



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

APLICACIÓN DEL MÉTODO SMED PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE ENVASES DE HOJALATA EN LA EMPRESA
NESTLÉ DEL PERÚ S.A., LIMA 2017

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:
RIVERA REYNA DANIEL

ASESOR:
MG. MEJÍA AYALA, DESMOND

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA

LIMA – PERÚ

2017

PÁGINA DEL JURADO

JURADO 1

JURADO 2

JURADO 3

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres, Franklin y Ruth, por su apoyo constante e incondicional cuyas enseñanzas y consejos siguen siendo los pilares para ser cada día mejor.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haber puesto en mi camino a personas que fueron promotores de este logro. Mis padres con los consejos y su apoyo incondicional. A mis hermanos que de una u otra forma son partícipes de este logro.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, DANIEL RIVERA REYNA con DNI N° 41189929, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Daniel Rivera Reyna

Lima, 19 de Noviembre de 2017

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “APLICACIÓN DEL MÉTODO SMED PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE ENVASES DE HOJALATA EN LA EMPRESA NESTLÉ DEL PERÚ S.A., LIMA 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Daniel Rivera Reyna

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE DIAGRAMAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	2
1.2. TRABAJOS PREVIOS	10
1.2.1. Nacionales	10
1.2.2. Internacionales	13
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	15
1.3.1. SMED	15
1.3.2. Productividad	19
1.3.3. Administración de operaciones	20
1.3.4. Control de calidad	22
1.3.5. Mantenimiento preventivo	23
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	25
1.4.1. Problema general	25
1.4.2. Problemas específicos	25
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	25
1.5.1. Justificación Teórica	25

1.5.2.	Justificación Social	26
1.5.3.	Justificación Económica	26
1.6.	HIPÓTESIS	27
1.6.1.	Hipótesis general	27
1.6.2.	Hipótesis específicas	27
1.7.	OBJETIVO	27
1.7.1.	Objetivo general	27
1.7.2.	Objetivos específicos	27
II.	MÉTODOS	28
2.1.	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	29
2.1.1.	Tipo de estudio de la investigación	29
2.1.2.	Nivel de la investigación	29
2.1.3.	Enfoque de la investigación	30
2.2.	VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	30
2.2.1.	Variable Independiente: SMED	30
2.2.2.	Variable Dependiente: Productividad	31
	Matriz de operacionalización	32
2.3.	POBLACION Y MUESTRA	33
2.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	33
2.4.1.	Técnicas	33
2.4.2.	Instrumentos	33
2.4.3.	Validación y confiabilidad del instrumento	34
2.5.	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	34
2.6.	ASPECTOS ÉTICOS	34
2.7.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	35
2.7.1.	Situación actual de la empresa	35
2.7.2.	Propuesta de mejora	55
2.7.3.	Implementación de la propuesta	58
2.7.4.	Resultados	74
2.7.5.	Análisis económico financiero	79

III.	RESULTADOS	81
3.1.	ANÁLISIS DESCRIPTIVO	82
3.2.	ANÁLISIS INFERENCIAL	83
3.2.1.	Análisis de la hipótesis general	83
3.2.2.	Análisis de la primera hipótesis específica	85
3.2.3.	Análisis de la segunda hipótesis específica	87
IV.	DISCUSIÓN	90
V.	CONCLUSIONES	92
VI.	RECOMENDACIONES	94
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
	ANEXOS	99
	Anexo 1: Validación de instrumentos	99
	Anexo 2: Pantallazo de Turnitin	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Empresas importadoras de hojalata en Perú	5
Tabla 2: Principales causas de la baja productividad	9
Tabla 3: Funciones de la empresa en el campo de la calidad	22
Tabla 4: La eficiencia antes de aplicar el método SMED	43
Tabla 5: Fórmulas para hallar la eficiencia	44
Tabla 6: La eficacia antes de aplicar el método SMED	45
Tabla 7: Fórmulas para hallar la eficacia	46
Tabla 8: La productividad antes de aplicar el método SMED	47
Tabla 9: Fórmula para hallar la eficacia	48
Tabla 10: Tabla de Diagrama de Gantt	56
Tabla 11: Propuesta para incrementar la eficiencia	60
Tabla 12: Propuesta para incrementar la eficacia	61
Tabla 13: Registro aplicando SMED	62
Tabla 14: Registro antes de aplicar SMED	62
Tabla 15: Actividades antes de aplicar SMED	64
Tabla 16: Nuevo registro de actividades	65
Tabla 17: Costo del rectificado de roldana sin SMED	72
Tabla 18: Datos de la eficiencia antes y después de aplicar SMED	75
Tabla 19: Datos de la eficacia antes y después de aplicar SMED	76
Tabla 20: Datos de la eficacia antes y después de aplicar SMED	77
Tabla 21: Costo antes de aplicar SMED	79
Tabla 22: Costo aplicando SMED	79
Tabla 23: Prueba de normalidad de la productividad con Kolmogorov-Smirnov	84
Tabla 24: Cuadro del valor de las medias de la productividad antes y después con Kolmogorov-Smirnov	84
Tabla 25: Valor de la significancia	85

Tabla 26: Prueba de normalidad de la eficiencia con Kolmogorov-Smirnov	86
Tabla 27: Cuadro del valor de las medias de la eficiencia antes y después con Kolmogorov-Smirnov	86
Tabla 28: Valor de la significancia	87
Tabla 29: Prueba de normalidad de la eficiencia con Kolmogorov-Smirnov	88
Tabla 30: Cuadro del valor de las medias de la eficacia antes y después con Kolmogorov-Smirnov	88
Tabla 31: Valor de la significancia	89

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1: Diagrama de Ishikawa	7
Diagrama 2: Diagrama de Pareto	8
Diagrama 3: DAP de fabricación de latas	49
Diagrama 4: Diagrama de flujo del rectificado de roldanas	51
Diagrama 5: DAP del rectificado de roldanas	52
Diagrama 6: Diagrama de Gantt	57
Diagrama 7: Diagrama de flujo	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Productividad	20
Gráfico 2: Áreas de la administración de operaciones	21
Gráfico 3: Reducción de tiempo en cambio de formato	25
Gráfico 4: Etapas del método SMED	26
Gráfico 5: Plano de la Fábrica Lima de Nestlé del Perú S.A.	37
Gráfico 6: Promedio de horas Julio 2016 – Mayo 2017	54
Gráfico 7: Indicador de tiempo (horas)	54
Gráfico 8: Los 5W y 1H	59
Gráfico 9: Indicadores de producción	60
Gráfico 10: Objetivo anual con SMED	63
Gráfico 11: Tiempo propuesto aplicando SMED	74
Gráfico 12: Indicadores de producción antes de aplicar SMED	78
Gráfico 13: Indicadores de producción aplicando SMED	78
Gráfico 14: Operaciones internas	82
Gráfico 15: Operaciones internas y externas	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fábrica en Chiclayo (1940)	35
Figura 2: Productos elaborados por Nestlé del Perú S.A.	36
Figura 3: Edificio corporativo	37
Figura 4: Láminas de hojalata	38
Figura 5: Elevador de paquete de hojalata	38
Figura 6: Primera mesa de corte	39
Figura 7: Rodillos de corte en segunda mesa	39
Figura 8: Láminas con las dimensiones requeridas	39
Figura 9: Precorte y curvado	40
Figura 10: Soldado de cuerpos de hojalata	40
Figura 11: Curado de cuerpos de hojalata	40
Figura 12: Transportador de cadenas al ingreso de la CAN O MAT	41
Figura 13: Latas al salir del bordoneado (beading)	41
Figura 14: Ingreso para el primer cierre	42
Figura 15: Probadora de hermeticidad	42
Figura 16: Paletizado	42
Figura 17: Herramientas de rectificado	50
Figura 18: Roldanas	50
Figura 19: Personal técnico calificado	53
Figura 20: Equipo SMED	59
Figura 21: Rectificado de roldanas	63
Figura 22: Coche de herramientas	63
Figura 23: Intercambiador de agua	66
Figura 24: Obturar mangueras	66
Figura 25: Equipo Discon	67

Figura 26: Circuito recirculante	67
Figura 27: Acople bloqueador	67
Figura 28: Brazo de barnizado	68
Figura 29: Acople de brazo inferior	68
Figura 30: Soporte de roldana inferior	68
Figura 31: Alambre de cobre	69
Figura 32: Roldana inferior	69
Figura 33: Unidad de rectificado	69
Figura 34: Montaje y centrado de roldanas	70
Figura 35: Montaje de brazo de barnizado	70
Figura 36: Colocar alambre de cobre	71
Figura 37: Liberar mangueras de termocambiador	71

RESUMEN

La siguiente investigación tiene como fin demostrar que el método SMED es la herramienta adecuada para reducir el tiempo de cambio de roldanas, diferenciando las operaciones ya existentes, en internas y externas, haciendo que la eficiencia y la eficacia de la línea de envases de hojalata aumenten considerablemente y por consiguiente se incremente la productividad.

En esta investigación se recurrirá a bases de datos existentes y se tomarán datos propios los cuales serán evaluados a fin de saber cómo se encuentran actualmente los indicadores de producción, se dará preponderancia a las operaciones al momento de intervenir la máquina soldadora Soudronic enmarcados en un plan de mejora que deberá ser aplicado para obtener de manera satisfactoria los resultados finales y así poder hacer un estándar para el cambio de roldanas. La hipótesis será contrastada teniendo los datos de antes y después de aplicar el método SMED.

Se tomarán datos mediante la observación, ya que éstos serán aplicados al análisis estadístico posteriormente.

Por consiguiente, se incrementa la productividad en la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima 2017.

Palabras clave: Método SMED, operaciones internas, operaciones externas, productividad, eficiencia, eficacia.

ABSTRACT

The following research aims to demonstrate that the SMED method is the right tool to reduce the time of change of sheaves, differentiating the existing operations, in internal and external, making the efficiency and efficiency of the line of tin containers increase considerably and therefore increase productivity.

In this research, existing databases will be used and their own data will be taken, which will be evaluated in order to know how the production indicators are currently located. Preference will be given to the operations when the Soudronic welding machine is involved, framed in a plan of improvement that should be applied to satisfactorily obtain the final results and thus be able to make a standard for the change of sheaves. The hypothesis will be contrasted taking the data before and after applying the SMED method.

Data will be taken through observation, since these will be applied to the statistical analysis later.

Consequently, the productivity in the tinplate packaging line is increased in the company Nestlé del Perú S.A., Lima 2017.

Keywords: SMED method, internal operations, external operations, productivity, efficiency, effectiveness.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

El surgimiento de los envases metálicos está ampliamente ligado a las ansias de conquista de territorio del ser humano. Cientos de años atrás, la humanidad se ve obligada a que los alimentos que consume estén cada vez mejor conservados. A principio del siglo XIX, Peter Durand con su patente que llamó “Método para preservar alimentos por largo tiempo en vasos de cristal, cerámica, metales o materiales apropiados”, nos ilustra de manera clara las bondades del envase de hojalata; y del cual dice que es un objeto de forma cilíndrica cuyos extremos son sellados herméticamente por un proceso mecánico cuya superficie está recubierta de estaño siendo la unión de la superficie cilíndrica por soldadura.

Las bondades con que cuenta el material (hojalata) es que es ligero, no es quebradizo pues resiste mecánicamente, es un buen conductor de calor, no se corroe fácilmente a comparación de otros materiales metálicos.

Durand es conocido como el pionero de la industria de la hojalata y es considerado el mentor del envase de metal.

Los primeros envases metálicos para el envasado de conservas eran en su totalidad fabricados a mano y de forma cilíndrica, la hojalata era cortada en partes rectangulares y curvadas cuidadosamente para que sus extremos sean soldados. Luego de obtener un cuerpo de forma cilíndrica se hacían dos cortes de forma circular, siendo uno de estos el fondo del envase que era soldado al cuerpo, y el otro corte circular sería la tapa.

A este tipo de envase se denomina hasta hoy envase de 3 piezas.

Al ser envasado el alimento, la tapa a la que se le hacía un pequeño corte circular cuyo fin era para el desfogue del aire condensado producto del hervido del envase, era colocada encima del cuerpo para su final proceso de soldado. Luego con plomo fundido se sellaba el envase aprovechando la calentura del mismo. Muchas veces partículas de plomo caían dentro del envase y se mezclaba con el producto, aunque en esos tiempos no existían los estándares de calidad e

inocuidad como hoy en día. Las labores de un experto en fabricación de envases de hojalata eran de un aproximado de 60 envases en un día.

Ya a mediados del siglo XIX, allá por el año 1856 se patentó el invento de la leche condensada en envases de hojalata por Gail Borden, siendo este invento de gran ayuda ya que los índices de mortalidad en los niños se redujo considerablemente y con ello ayudó a disminuirla ya que alcanzaban records cada vez más altos.

En un principio los mismos fabricantes de productos alimenticios eran los encargados de fabricar sus envases, pero con el pasar del tiempo entraron en este negocio fabricantes de envases de hojalata muy particulares que se dedicaban solamente a ello. Ya por el año 1860, Soudronic una empresa de origen suizo, dio inicio a la fabricación de máquinas soldadoras donde un hilo de cobre de manera continua sustituyo a los electrodos estáticos de cobre. Este hilo de cobre tenía un desplazamiento igual que la lámina de hojalata a ser soldada; actualmente este método es usado en la industria de fabricación de envases de hojalata siendo las maquinas soldadoras de Soudronic las que predominan en el mercado.

Soudronic en 1978 lanzó como novedad el tipo de soldadura SUPERWIMA, dando alcances de lo desarrollado que el solapado debe ser de 0.15 a 0.30 mm en los extremos de la lámina a soldar.

Añadido a una cada vez mayor eficacia en el sistema y proceso de soldado, se hicieron mejoras importantes en cuanto a la velocidad de trabajo de las máquinas llegando incluso a fabricar más de 500 latas en un minuto

Próximos a un mundo tan cambiante y acelerado por la globalización en varios frentes del entorno empresarial, hace que la competitividad de las industrias sea mayor para captar el mercado mundial, teniendo como fin entrelazar acuerdos con distintos países.

La competitividad en la industria de envases de hojalata está marcada e influenciada de manera directa por la materia prima, por los múltiples formatos de

fabricación y la demanda de estos, por la voluntad a mejorar cada vez más los procesos de soldado y más que todo por la manera que el hombre enfoca al medio ambiente ya que estos procesos conllevan cuidados relevantes con nuestro entorno.

El uso de la hojalata es especialmente para la producción de envases, tapas y fondos metálicos cuyo fin es conservar productos alimenticios, bebidas, insumos químicos, etc. La particularidad del acero que es resistente y la inocuidad del estaño hacen que la hojalata sea el material con mayores garantías en la industria del envasado.

Según la Sociedad Nacional de Industrias en su Reporte Sectorial N° 8 – Setiembre 2016, sostiene que la empresa que importa los mayores volúmenes de hojalata es Gloria S.A., cuya finalidad es la producción de envases en sus diferentes formatos, siendo la leche evaporada su producto de mayor venta, seguido por envases de leche condensada, envases de conservas de pescados y las latas para panetones.

En el 2015 Gloria S.A, tiene un registro de compra de bobinas de hojalata por un monto de \$54,9 millones, lo que implicó una reducción de 6,5% y de \$3,8 millones de reducción nominal.

La procedencia de la hojalata es de Japón (\$30 millones), Brasil (\$8 millones) y Holanda (\$5 millones) cuyos montos por importación representa el 60% del total importado del país.

En segundo plano se ubica Nestlé Perú S.A, que emplea la hojalata para la producción de envases metálicos para sus distintos formatos de leche evaporada.

En tal sentido, en ese mismo año, las importaciones de hojalata de Nestlé fueron de U\$7,3 millones (en 2014 este monto fue \$7,8 millones) y provinieron principalmente de Brasil (\$6,2 millones).

Tabla 1: Empresas importadoras de hojalata en Perú

Partida Arancelaria / Empresa	Valor CIF (Millones de US\$)			Peso Neto (Toneladas)		
	2014	2015	Ene - Jul 2016	2014	2015	Ene - Jul 2016
Productos laminados planos de hierro o acero sin alear, de anchura superior o igual a 600 mm, chapados o revestidos, de espesor inferior a 0,5 mm	102,6	91,7	55,0	88 194	86 878	61 077
GLORIA S A	58,8	54,9	36,3	50 145	51 147	39 524
NESTLE PERU S A	7,8	7,3	5,1	6 351	6 209	4 855
ENVASES LOS PINOS S.A.C.	4,2	6,5	1,6	3 825	6 710	2 016
METALPREN S A	14,0	6,4	4,5	12 345	6 160	5 719
FABRICA DE ENVASES S.A	3,5	3,6	0,6	2 891	3 328	624
ENVASES ESPECIALES S.A.C	2,8	3,3	0,0	2 505	3 472	0
ENVASES EN METAL S.A.C.	2,5	2,2	1,1	2 132	1 968	1 106
INDUSTRIA DE ESTAMPADOS METALICOS S.A.C.	2,2	1,8	1,1	2 080	1 786	1 426
INTRADEVCO INDUSTRIAL S.A.	2,0	1,7	1,9	1 618	1 508	2 055
FCA DE ENVASES DE LATA LUX S A	2,0	1,5	0,7	1 927	1 761	968
Resto de Empresas	2,9	2,7	2,3	2 373	2 829	2 783

Fuente: Elaboración propia

Podemos mencionar que el periodo enero – julio el volumen de bobinas de hojalata alcanzó \$5,1 millones.

Hoy en día las exigencias y normativas alimentarias son cada vez mayores, es por eso que las empresas de este rubro buscan estandarizar sus filtros de calidad y así competir buscando la mayor aceptación de sus productos.

En el Perú, la materia prima que es la hojalata es cara y es por ello que solo dos o tres empresas son las que manejan el mayor volumen en importaciones. Siendo la empresa Gloria S.A. la que tiene un portafolio más diverso en cuanto a formatos se refiere.

Gloria S.A. posee 5 líneas de producción de envases de 3 piezas, produciendo un promedio de 2 millones de envases diarios para la comercialización de leche evaporada. Cuenta con un stock en almacén con capacidad de 4 millones de envases.

Por otro lado, Nestlé del Perú S.A. cuenta con solo 1 línea de producción de envases para la comercialización de leche evaporada. Siendo su producción diaria de alrededor de 800 000 envases.

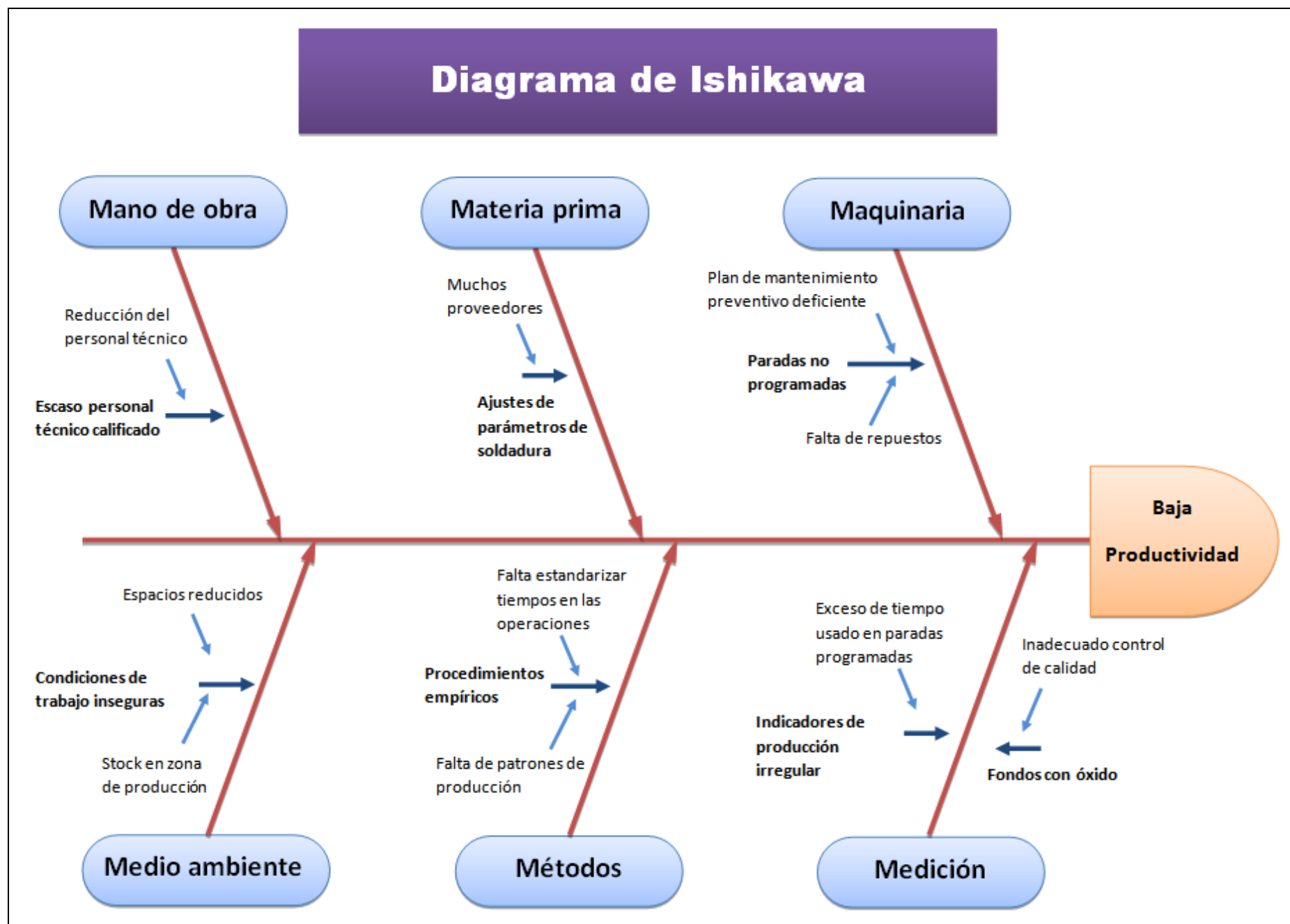
Siendo la materia prima cara y los procesos de transformación complejos se requieren optimizar los recursos y así mejorar la productividad.

Los ajustes cuando se procesan distintas láminas de hojalata de varios proveedores, el rectificado de roldanas, la limpieza intermedia y otros inconvenientes que se puedan presentar durante la jornada de trabajo hacen que sean los puntos críticos a mejorar y hacer que la productividad se incremente.

Es por eso que se ha visto conveniente que el método SMED sea aplicado en la línea Soudronic ya que con ello reduciremos tiempos de paradas no programadas que son las que ralentizan el proceso de producción global y se ve reflejado en los indicadores de productividad.

Aplicando esta metodología podremos realizar paradas programadas en menos tiempo posible, podremos estandarizar tiempos de cambios de herramientas o tomar acciones correctivas que conlleven a incrementar la productividad de la línea de envases de hojalata de la empresa Nestlé del Perú S.A.

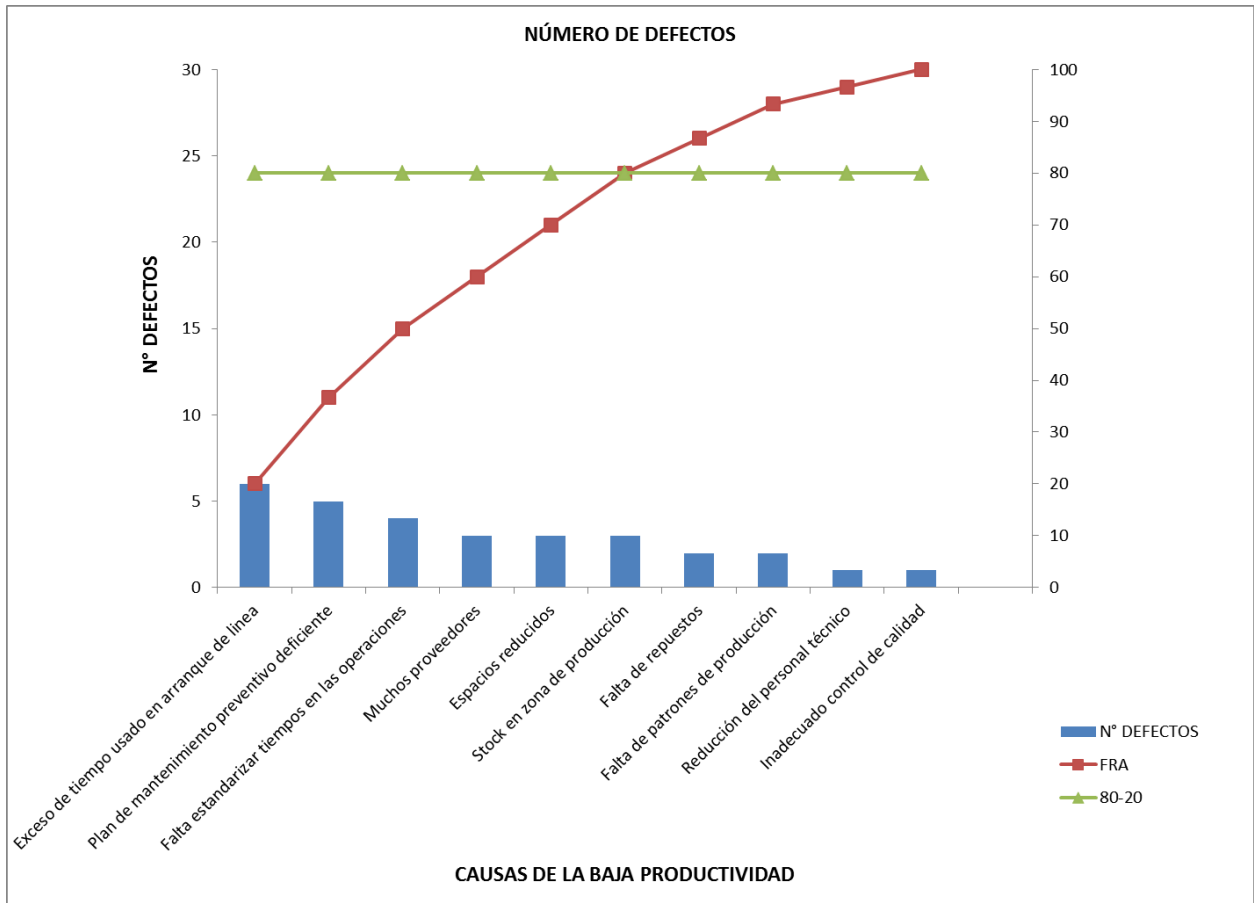
Diagrama 1: Diagrama de Ishikawa



Fuente: Elaboración propia

Diagrama de Pareto

Diagrama 2: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Principales causas de la baja productividad

CAUSAS DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD	N° DEFECTOS	FI	FR	FRA
Exceso de tiempo usado en arranque de línea	6	6	20	20
Plan de mantenimiento preventivo deficiente	5	11	17	37
Falta estandarizar tiempos en las operaciones	4	15	13	50
Muchos proveedores	3	18	10	60
Espacios reducidos	3	21	10	70
Stock en zona de producción	3	24	10	80
Falta de repuestos	2	26	7	87
Falta de patrones de producción	2	28	7	93
Reducción del personal técnico	1	29	3	97
Inadecuado control de calidad	1	30	3	100
	30			

Fuente: Elaboración propia

Concluimos que el exceso de tiempo en los arranques de línea es la causa más relevante para que exista una baja productividad. Ya que actualmente en la línea de envases de hojalata se destina muchas veces casi un turno completo de 8 horas para poder empezar a producir. En conclusión con el método SMED reduciremos los tiempos por arranque de línea y así poder mejorar e incrementar la productividad.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

1.2.1. Nacionales

- MEJÍA, Samir. Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Tesis (Ingeniería industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. 119 p.

El optimizar la eficiencia de las líneas productivas de confección es medida a través de la Overall Equipment Effectiveness donde son comprometidos el rendimiento, los índices de calidad, y la disponibilidad de las líneas productivas de confección. En el estudio que se realizó se mostró que los problemas más relevantes que se identificaron en el mapa de flujo fueron el desorden en el entorno productivo, el tiempo en encontrar las herramientas adecuadas y las paradas no programadas de las máquinas. Debido a esto, y como solución a estos problemas, se implementa las herramientas de manufactura esbelta, las cuales son la implementación de las 5S's, conjuntamente con el mantenimiento autónomo y la metodología SMED.

En conclusión, al aplicar las herramientas de manufactura esbelta se le faculta a la empresa mayor competitividad en cuanto a calidad en los procesos productivos y el cumplimiento de metas, que se verá reflejado a largo plazo en un incremento de las ventas y un mayor beneficio económico. El objetivo de este se ha centrado en la aplicación de las herramientas indicadas, se propone de aquí a un tiempo hacer realidad esta mejora y transformar a esta empresa en una de clase mundial. Se logra un aumento en los tres indicadores: en el incremento de la disponibilidad de las máquinas en 25%, rendimiento de las líneas de confecciones aumentando en 2% y en la tasa de calidad se obtiene un crecimiento de 4.3%. Estos tres indicadores logran un incremento del OEE en 34.92%

- PATIÑO, Emilie. Propuesta de mejora del proceso productivo en una empresa vitivinícola artesanal para incrementar su rentabilidad a través de la generación de nuevos productos. Tesis (Ingeniería industrial). Lima, Perú: Universidad Privada de Ciencias Aplicadas UPC, 2015. 107 p.

La finalidad de este proyecto de investigación es analizar el proceso productivo de una empresa del rubro de producción de vinos artesanales hasta su comercialización y luego proponer alternativas que solucionen los problemas. Con esto se busca mejorar e incrementar la productividad haciéndola una empresa competitiva. El análisis final está basado en aplicar métodos estratégicos de gestión ambiental. Una vez hecho el análisis de la empresa basada en esta herramienta de Producción Más Limpia, se realizó un mapeo identificándose los puntos más sensibles para así dar con la causa raíz más saltante. Luego se mostraron los balances de los costos y del beneficio que iba a ser retribuido. Sin duda que esta propuesta será con creces de beneficio para la empresa.

- REAÑO, Raúl. Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el Molino Latino S.A.C. Tesis (Ingeniería industrial). Chiclayo, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015. 131 p.

En esta investigación se tendrán por estudio los procesos productivos concernientes al pilado de arroz en la empresa Molino Latino S.A.C. de Lambayeque. El análisis será el estudio de la empresa, lo que nos llevará a saber los problemas en el proceso que minimizan los índices de la eficiencia, a través del estudio de trabajo, de tiempos y movimientos, se trabajará con los indicadores de la productividad con la materia prima y la mano de obra. Primero se analizó e identificó las causas de la baja productividad en todo el proceso del pilado de arroz desarrollando diagrama de procesos para el estudio de métodos. Tras el análisis pudimos ver el principal cuello de botella en el proceso y esto es en el secado ya que esta actividad se hace de manera artesanal siendo esta un obstáculo al momento de cumplir con el tiempo de entrega que oscila en 2 días. Luego de ser identificadas las acciones que merman la productividad se tuvo que proponer una nueva forma de realizar la actividad de secado esto conllevó a optar por una mejor tecnología. Se propone adquirir el Secador Rotativo Continuo – SRCZ-1, con lo cual incrementará la productividad. Para esta propuesta se presentará un análisis de la situación actual con registros actuales y luego de implementada la mejora compararemos con datos futuros. Comparando la

productividad actual y la obtenida con la mejora, se tiene un incremento de la productividad del 60%.

- FLORES, Elizabeth. Aplicación de la metodología PHVA para la mejora de la productividad en el área de producción de la empresa KAR & MA S.A.C. Tesis (Ingeniería de computación y sistemas). Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres, 2015. 422 p.

Al empezar este proyecto se analizó el inicio de la empresa antes del estudio y aplicación de la mejora continua, identificando los problemas principales y las causas que los originan. En este trabajo se plasmaron indicadores donde se muestra claramente la evolución de la variable dependiente luego de aplicar las mejoras respectivas. El financiamiento fue uno de los obstáculos por lo que se tuvo que hacer un plan financiero para poner más énfasis en lo más prioritario del proyecto sin dejar de lado lo restante.

Se pudo aplicar las herramientas necesarias y las técnicas que nos brindaron información importante para llevar a cabo la investigación y tomar decisiones y un plan de acción. Se ve reflejada la mejora de la productividad que aumenta en 0.05 acortando la diferencia del competidor principal.

- APARICIO, Carmen (2015). Análisis y propuesta de mejora del sistema de producción de una empresa dedicada a la fabricación de muebles infantiles. Tesis (Ingeniería industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015. 120 p.

El fin de este trabajo es brindar soluciones planteando una propuesta para la mejor gestión productiva de una empresa del rubro de fabricación de muebles de madera. Se optó este sector de los muebles de madera ya que en la actualidad existe un requerimiento mayor de estos productos y cuyos índices son del 6.6% a nivel nacional.

Es una oportunidad de incrementar la producción habiendo una demanda que cada vez va en aumento. Es conveniente aplicar Lean Manufacturing y Gestión de Operaciones cuyos resultados mejorarán la producción. Se llevarán a cabo

charlas informativas, se les brindara a los trabajadores los recursos necesarios para ejercer mejor su labor, se tendrá un mejor historial de resultados referente a los indicadores de la producción.

1.2.2. Internacionales

- SALDARRIAGA, Ingrid. Plan de mejoramiento para la productividad de la microempresa 'Muebles G y G', Santiago de Cali 2013. Tesis (Ingeniería industrial). Cali, Colombia: Universidad Autónoma de Occidente, 2013. 114 p.

Se aplicará las herramientas de la planificación y buenas prácticas en los talleres para incrementar la producción, requiriendo de acciones como planificar, organizar, direccionar y administrar un negocio del rubro de muebles, llevando una gestión eficaz en todo el sistema productivo y administrativo, haciendo así una organización comprometida con los cambios en beneficio de sus trabajadores y accionistas. No se maneja ningún tipo de registro que facilite la planeación de la producción. Llevando a cabo estas herramientas se tendrán una mejor visión de cómo administrar provechosamente y ver un crecimiento aplicando buenas políticas de manufactura y así incrementar la productividad y satisfacer los requerimientos.

- MEDINA, Gisela. Incremento de la productividad del área de logística de la empresa Omnilife del Ecuador S.A., mediante el desarrollo, implementación y validación de un modelo de gestión basado en logística reversa. Tesis (Ingeniería industrial). Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2016. 133 p.

El fin es incrementar los índices de productividad aplicando la logística inversa que está hecha para las características del rubro. Se analizaron los procesos de apoyo, gestión y de servicios con el fin de mostrar y resolver las causales de las devoluciones y de la inconformidad de productos. Se define cada punto en toda la cadena logística de salida y de entrada y así aumentar la satisfacción del cliente. Los procesos para una gestión eficiente dieron el mejoramiento se vieron reflejados en los indicadores respectivos y se optó por desarrollar una cultura

empresarial. Para el año 2014 la empresa registró una productividad de 2.71 mientras que para el 2015 muestra un incremento del 5.54% respecto al año anterior al ubicarse en 2.86.

- GALVAN, Daniel. Análisis de la implementación del mantenimiento productivo total (TPM) mediante el modelo de opciones reales, México, D.F. Tesis (Ingeniería industrial). D.F., México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2012. 110 p.

Este proyecto analiza el sistema TPM desde la perspectiva financiera. Se evalúan todos los sistemas de procesos del TPM mediante la herramienta de Opciones Reales y así poder saber cuánto es el aporte al aplicarlo y que tanto se incrementaran las ganancias de la empresa.

Sin buenas políticas en la empresa, ya sean de producción, calidad o financieras no se podrá ver reflejada la implementación de esta herramienta. El plan involucra a toda la empresa con sus diversas áreas. Ya no será el crecimiento por separado sino todos en conjunto. La cadena productiva no será solamente en el área de producción sino en las áreas administrativas, esto hará que el dinamismo y el compromiso adquirido sean de todos y así cumplir satisfactoriamente con los requerimientos y necesidades de los clientes de una manera óptima. El objetivo de todo negocio es optimizar recursos y por ende disminuir los costos operativos, esto a la larga induce a tener capacitaciones al personal, adquirir nuevas maquinarias, mejores salarios, mayores ingresos a la empresa y a sus trabajadores darles más beneficios.

- GARCÉS, Luis. Mejoramiento de la productividad de la línea de extrusión de la empresa CEDAL, Quito 2016, empleando la metodología Six Sigma. Tesis (Ingeniería industrial). Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2016. 194 p.

El presente proyecto tiene por finalidad el incremento de la productividad en el proceso de extrusión en una metalurgia, aplicando el método "Six Sigma". Se analizaron los procesos de extrusión y su actual situación. Se evaluaron 4 indicadores de producción. Luego de aplicar la herramienta vimos de manera notoria que el indicador de material rechazado disminuyó de 5.64% a 4.32%

teniendo como objetivo 4.5%. También vimos que el indicador de mide la cantidad de perfiles extruidos aumentó de 255 a 269 por lo que se vio un aumento del 5.5%. El indicador de la eficacia aumentó de 71% a 84%, arrojando un índice de mejora en un 18,3%. La eficiencia en la entrega aumento de 76% a 90%, reflejando una mejora del 18,42%.

- CURILLO, Miriam. Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos Industriales FACOPA, Cuenca 2014. Tesis (Ingeniería comercial). Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca, 2014. 186 p.

El proyecto en mención nos da a conocer que los altos costos operativos, la baja productividad y la cada vez poca competitividad de la empresa hace que recurramos a plantear una herramienta que haga revertir todo esta situación y tener mayor competitividad con productos altamente confiables en calidad y precio en el mercado, incrementar la productividad de manera que los indicadores de producción mejoren respecto a la situación actual. Para ello se emplearán todos los recursos necesarios y de los cuales prioricemos las necesidades más relevantes sin dejar de lado las demás acciones correctivas a planificadas.

Es en las mismas instalaciones de la empresa en que se llevaran los estudios preliminares donde serán evaluados cada proceso productivo hasta la obtención final del producto. En este estudio también serán tomadas en cuenta todas las áreas involucradas desde el pedido de la materia prima en la parte logística y de compras, pasando luego a las áreas de producción donde aplicaremos indicadores que midan nuestro avance.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. SMED

En el año 1969, el Dr. Shigeo Shingo, considerado el padre del SMED, plasmó sus teorías al poder reducir el tiempo de cambio de formato de una prensa hidráulica de 1000 toneladas de 4 horas a 3 minutos, de ahí surgió la expresión actual de “menos de 10 minutos”.

Aunque en el SMED se defina y se hable de minimizar tiempos de preparación de línea o cambio de formato en menos de 10 minutos, no siempre ocurre ya que es bastante con reducir tiempos considerables.

Para realizar el método SMED existen 7 pasos:

1) Preparación Previa:

Consta de dos partes:

1-1) INVESTIGAR:

Saber del producto, del modo de operación, de la maquinaria, saber cómo está distribuida la planta, los detalles que conllevan a realizar una buena preparación antes del arranque, etc. Tener un historial de datos del tiempo empleado en la preparación de línea. Tener sentido de observación de la preparación en la misma planta.

1-2) CREAR UN EQUIPO:

Conformar un equipo, capacitarlos en lo que respecta al método SMED y facilitar los recursos para que puedan realizarlo.

El equipo debe estar conformado por:

- Personal experimentado en la preparación.
- Personal capaz de realizar mejoras técnicas
- Personal capaz de organizar y promover mejoras.
- Contar con los planos de la planta
- Lugar apropiado para poder visualizar las grabaciones, dar informes y detalles vistos

2) Analizar la actividad sobre la que va a centrar el taller SMED:

Se deberá grabar a las personas involucradas las cuales intervendrán en cada actividad sin dejar de pasar por alto los detalles y los pormenores que se hacen durante el proceso de cambio de formato. Se tomara como referencia al inicio de la grabación al final de la última pieza producida y el fin de la misma a la primera pieza buena fabricada luego del cambio de formato. Si no se consigue tener una

pieza en óptimas condiciones aduciremos que aún estamos en la preparación, siendo la medición de especificaciones de calidad el final de la preparación.

Para obtener el ciclo estándar de la preparación nos centraremos en las grabaciones y en cada detalle que vemos. Esto se hará con el equipo completo para evaluar acciones de manera conjunta. No debemos obviar los tiempos por más cortos que sean ya que estaremos en una medición falsa.

3) Separar lo interno de lo externo

El paso más importante en la realización del sistema SMED es la diferenciación entre la preparación interna y la externa. Todo el mundo está de acuerdo en que la preparación de piezas, el mantenimiento de los dados, herramientas y ciertas operaciones, no se deben hacer mientras la máquina esta parada sin embargo, sorprendentemente, esto ocurre con frecuencia. (Villaseñor y Galindo, 2011, p. 122)

En este punto el equipo completo observa todos los detalles y cada una de las actividades para que de forma conjunta vean necesario en que sean actividades u operaciones externas y así ir eliminando las internas convirtiéndolas en externas. Distingamos que las operaciones o actividades externas son aquellas que pueden realizarse con la maquina encendida y por consiguiente el tiempo de ejecución no influenciará en el tiempo de producción. Es por eso la importancia de disminuir las actividades internas y pasarlas a externas.

4) Organizar las actividades externas

Cuando se realicen las actividades externas el equipo debe haber planificado con anticipación todos los implementos y herramientas a usar, el personal involucrado a dicha tarea y sobretodo manejar los tiempos acordes a cada tarea a ejecutar. El equipo debe manejar formatos de verificación y estos deben ser realizados en la misma planta con todo el equipo SMED involucrado.

Aquí algunos de los puntos en el formato de verificación:

¿Qué actividades deben ser planificadas previamente?; ¿qué instrumentos y herramientas usarán los operadores al momento de intervenir en la máquina?; el

lugar apropiado donde estarán las herramientas a usar, el estado de las herramientas a utilizar, el lugar donde irán las piezas a ser retiradas y sobretodo como van a ser transportadas, etc.

5) Convertir lo interno en externo

Socconini (2013) sostiene que en este paso se analizará las actividades que se realizan cuando la maquina esta parada, se podrán simplificar o mejorar. Para ello se presenta el siguiente guía.

Se debe llevar un plan de actividades al momento en que el equipo decide convertir las actividades internas en externas.

Haciendo este plan de actividades definiremos cuales con los pasos a seguir, que tiempo se tomara al ejecutar la acción y que personas lo harán.

6) Reducir los tiempos de las actividades internas

Ya en este punto el equipo en conjunto debe tener ideas de mejora que harán disminuir los cambios en las actividades internas.

Luego de haber sido aprobada de manera conjunta por el equipo todas las ideas de mejora, el equipo debe realizar el plan de acción para implementarla.

Designar quienes lo harán, que cosas se harán y cuánto tiempo tomará.

7) Realizar el Seguimiento

Según Socconini (2011) nos menciona en esta última fase de la aplicación se debe establecer un procedimiento o instructivo muy evidente y sencillo para realizar el cambio así como una lista de justificación para asegurar que los resultados obtenidos en la aplicación se mantengan consistentemente.

Luego de terminar el taller SMED se tendrá que hacer un seguimiento al nuevo estándar ya que puede que no se cumpla en su totalidad o tenga desviaciones que ralenticen su ejecución y así poder aplicar medidas correctivas.

Normalmente se ejecutan dos indicadores:

Anotar todas las ocurrencias que han surgido.

Anotar los tiempos al aplicar los cambios de formato. Podremos ver los valores promedios y así corregir las desviaciones.

1.3.2. Productividad

La definición de productividad con el tiempo ha ido cambiando y tomando otros matices al igual de los factores relacionados a ésta, no obstante existen elementos que siguen siendo constantes como la producción, el hombre y el dinero. La eficiencia, la eficacia, la efectividad y la relevancia son los factores a medir en la productividad (Nuñez, 2007, p.2)

Prokopenko (1989) afirma que la productividad es el resultado obtenido de la producción obtenida entre un sistema productivo o de servicios y los recursos utilizados para tal fin. La productividad la definimos como el uso eficiente de recursos en el proceso productivo de diversos bienes y servicios (p.3).

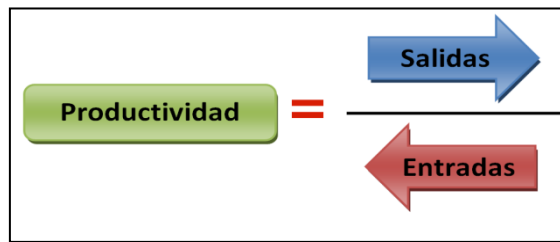
“La productividad puede definirse como “la capacidad de crear, generar o mejorar bienes y servicios”. En términos económicos, es un valor promedio de la eficiencia. Cuando se resta el total de entradas del total de salidas de un proceso de producción, se obtiene el ingreso total producido” (Nemur, 2016, p.5).

Tanto Chase, Jacobs y Aquilano (2009), definen a la productividad como una medida que es utilizada para saber qué tan bien están siendo aprovechados sus recursos un país, una empresa, etc. Es muy importante medir la productividad para saber el rendimiento operacional

Para incrementar la productividad, se tendrá que ampliar la razón de salida a entrada (p.28).

Por otro lado, Chase *et al.* (2009) afirman, para que la productividad llegue a ser medible debe ser comparable con operaciones similares a organizaciones del mismo rubro o comparada con los datos de productividad de otras organizaciones que sean del mismo sector. Otra manera de medir la productividad sería comparar datos de un mismo proceso productivo o de servicio en un tiempo determinado (p.28).

Gráfico 1: Productividad



Fuente: Elaboración propia

Para la OIT (2008) “el incremento de la productividad, se atribuye a varios factores, como el uso de nuevos bienes, los cambios en las organizaciones o las habilidades aprendidas en el empleo mismo o fuera de éste.

La productividad es afectada por factores de orden individual, como la salud, el nivel de instrucción, el grado profesional, las destrezas y habilidades fundamentales y la experiencia adquirida; a nivel de la empresa, intervienen factores como la gestión, la inversión en instalaciones y equipo, y la seguridad y la salud en el trabajo”.

1.3.3. Administración de operaciones

Hay muchas definiciones que se le da a la administración de operaciones. La definiremos como la habilidad de saber combinar de manera eficiente los recursos de una organización con el fin de obtener productos de calidad (El concepto de la administración de operaciones, s.f., párr.1).

“La administración de operaciones permite a las empresas poder administrar al personal y cada una de sus actividades, controlar el actuar del personal, la cantidad de proyectos, mejorar el control de la calidad. La administración de operaciones ayuda a generar el mayor valor agregado mediante una buena planificación, una eficiente organización y dirección. Incrementa la satisfacción del cliente y disminuye los costos” (Administración de operaciones de los servicios, s.f., p.7).

Reafirman Krajewski y Ritzman (2000) que la administración de operaciones se encarga de la producción adquirida por los clientes y que usan a diario. Una buena administración de operaciones en una empresa ayudará a cumplir los objetivos planeados por medio de una inteligente adquisición y distribución de sus bienes (p.2).

Sostiene Muñoz (2009) que “la administración de operaciones es la disciplina que estudia la planeación, organización, dirección y control de las operaciones productivas, las cuales son las actividades particulares para producir y que brindan las empresas dedicadas a la producción de manufacturas y servicios” (p.3).

En la administración de operaciones existen áreas específicas que tienen una relación más estrecha con la organización y dirección (la estrategia de operaciones, el diseño de instalaciones o la localización de plantas y almacenes) y otras áreas con la planeación y el control (la planeación de la producción o la administración de inventarios (Muñoz, 2009, p.4).

Gráfico 2: Áreas de la administración de operaciones



Fuente: Elaboración propia

1.3.4. Control de calidad

“El concepto calidad no se aplicó sino hasta los comienzos de la producción en masa y el surgimiento de empresas que adoptaron el término control de calidad” (Dharan, 2002, p.4).

Llevar un control de calidad implica una inversión de la organización y por tal los resultados deben ser notorios y así justificar su existencia. Todos los miembros de una organización están inmersos en lograr que los resultados sean cada vez mejores. Cada miembro, sin importar el cargo que ocupa dentro de la organización, es el encargado de velar por la calidad y notificar si existe cualquier irregularidad para que a tiempo pueda corregirse.

Tabla 3: Funciones de la empresa en el campo de la calidad

Alta dirección	Control de calidad	Contabilidad	Investigación	Ventas y marketing
Apoyo desde el nivel más alto y estímulos al esfuerzo para lograr la calidad	Garantía de la calidad, más promoción, coordinación y control del esfuerzo total para lograr la calidad	Medida de los costos de calidad y del esfuerzo dedicado a lograr la calidad	Calidad de investigación, proyectos adecuados y análisis de datos experimentales	Venta de un producto de calidad y suministro de información sobre el funcionamiento en el terreno
Ingeniería de proyecto	Ingeniería de utillaje	Ingeniería de producción	Compras	Fabricación
Proyectar un producto de calidad y cambiar el proyecto para lograr condiciones óptimas de calidad	Proporcionar herramientas, plantillas y accesorios de calidad	Proporcionar un proceso para la producción de calidad	Calidad de concordancia de los productos adquiridos, realimentación de información de calidad	Concordancia de calidad en la fabricación, productos terminados y semiterminados, realimentación de información sobre calidad

Fuente: Elaboración propia

Afirma Bertrand y Prabhakar (1990) que el “control de la calidad es el conjunto de técnicas y procedimientos de que se sirve la dirección para orientar, supervisar y controlar todas las etapas mencionadas hasta la obtención de un producto de la calidad deseada” (p.2).

Sostiene Feigenbaum que el control de calidad total “es la herramienta de la administración estratégica que necesita que todo el personal de una empresa se

involucre y sea parte de esta, haciendo de la calidad mucho más allá del control de averías en la planta; tomándola como filosofía y teniendo un compromiso con la excelencia” (2009, p.91).

Afirma Taguchi (2000) que “el control de calidad, consiste en que cada producto hecho va a ser de utilidad y cumplirá con el requerimiento de los clientes respetando normas y estándares que vienen a ser calidad aceptable. Taguchi sostiene que hay que priorizar en las necesidades y requerimientos de los clientes y en el énfasis que ponen para adquirir un producto y que paralelamente minimicen lo que no les es de mucha importancia” (p.5).

1.3.5. Mantenimiento preventivo

Para Fernández, García, Alonso, Cano y Solares (1998), “este tipo de mantenimiento surge debido a la necesidad de remediar los inconvenientes del mantenimiento correctivo. [...] la sustitución de las piezas o partes del sistema que pudieran causar averías se realiza con una periodicidad determinada mediante criterios estadísticos. Así, la sustitución de un determinado elemento puede realizarse después de un cierto tiempo preprogramado o al producirse una avería si esta ocurre antes” (p.9).

El mantenimiento preventivo tiene como fin prevenir de manera que no llegue a ocurrir el fallo, siendo éste tipo de mantenimiento más favorable en comparación con el mantenimiento correctivo, ya que su planificación es menos compleja eliminando de manera sustancial las paradas no programadas en la producción. Los cambios de piezas deben ser realizados por técnicos calificados ya que otro tipo de intervención conllevaría a nuevas fallas.

Los puntos a favor de implementar el mantenimiento preventivo son sin lugar a duda, planificar el momento más apropiado para evitar paradas costosas en pleno proceso, evitar la ocurrencia de fallas, ya que implica elevar los costos y minimizar el tiempo de detención de fallas. Las acciones que se toman de manera

preventiva, por ningún motivo pretenden anular la probabilidad de falla; ya que esta siempre puede ocurrir, sino minimizarla.

Otro inconveniente es que puede resultar costoso si no hay un plan de cambio de piezas en periodos establecidos.

Las paradas programadas producidas por este tipo de mantenimiento afectan de manera directa a los índices de producción dependiendo de la magnitud de cambios.

Algunas acciones del mantenimiento preventivo son: ajustes, limpieza, análisis, lubricación, calibración, reparación, cambios de piezas, entre otros.

“El mantenimiento preventivo es una mejora sobre el mantenimiento correctivo en muchos casos. Pero no es un mantenimiento que lo cura todo. [...] requiere tiempo para inspeccionar la maquinaria, un sistema de registro siempre al día y tiempo para analizar los datos registrados” (Vaughn, 1988, p.27).

Por consecuencia, el mantenimiento dentro de la industria deberá estar enfocado en la mejora continua y prevención de fallas ya que es el motor de la producción, sin un buen programa de mantenimiento no hay producción de calidad.

Toda maquinaria está sujeta a normas constantes de mantenimiento, dando así alta confiabilidad a la industria en el que interactúan máquina y hombre para generar rentabilidad.

El desempeño normal de la producción estará en la calidad de mantenimiento que se provea a cada uno de los elementos. Las inspecciones periódicas ayudan a tomar decisiones basadas en parámetros técnicos. Es de suma importancia tener una visión a futuro, planificar y programar el mantenimiento para cubrir toda el área en el tiempo, sea a mediano o largo plazo y además reducir costos de repuestos y materiales, para un mejor desempeño.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1. Problema general

¿Cómo la aplicación del método SMED incrementa la productividad de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017?

1.4.2. Problemas específicos

¿Cómo la aplicación del método SMED incrementa la eficiencia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017?

¿Cómo la aplicación del método SMED incrementa la eficacia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017?

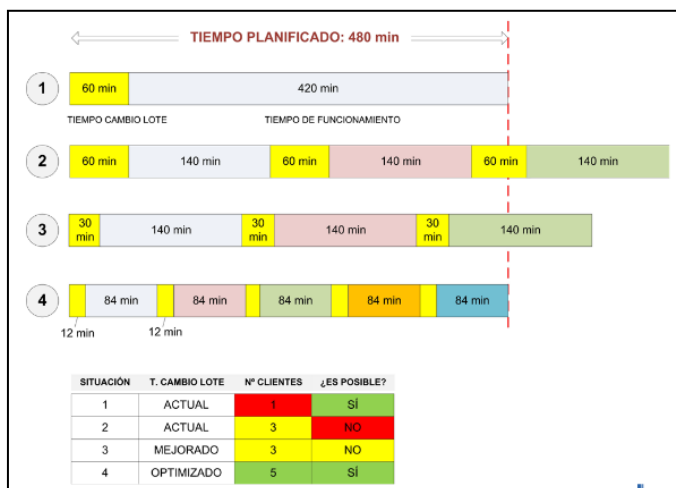
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.5.1. Justificación Teórica

SMED es el acrónimo de las palabras "Single-Minute Exchange of Dies", que significa que los cambios de formato o herramienta necesarios para pasar de un lote al siguiente, se pueden llevar a cabo en un tiempo inferior a 10 minutos.

En el siguiente grafico vemos con claridad que la progresiva reducción de tiempos en un cambio de formato conlleva a obtener el objetivo inicial que es eliminar actividades que pueden ser ejecutadas con la maquina encendida.

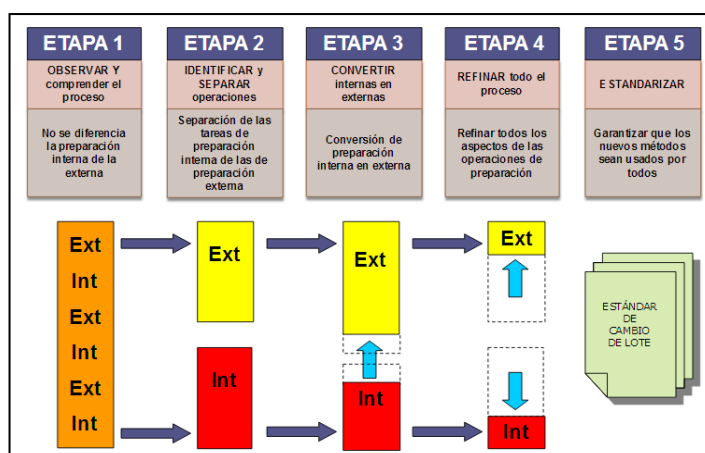
Gráfico 3: Reducción de tiempo en cambio de formato



Fuente: Elaboración propia

Etapas del SMED

Gráfico 4: Etapas del método SMED



Fuente: Elaboración propia

1.5.2. Justificación Social

Socialmente será beneficioso ya que se cumplirán con las exigencias del mercado que de manera creciente exigen a las empresas productoras más variedad de productos, calidad del producto y del envase que lo contiene, plazos de entrega reducidos y esto hace que los productos sean competitivos y de mayor accesibilidad.

Definitivamente el mayor beneficiado de esto es el cliente ya que podrá elegir lo más conveniente debido a la variedad de productos que se ofrecen.

Internamente, el resultado de la aplicación del método SMED en la línea de envases de hojalata, será beneficioso ya que se tendrá un stock considerable para abastecer a la línea de llenaje y se eviten las paradas por falta de envases.

1.5.3. Justificación Económica

Esta investigación mediante su aplicación se considera factible de ser realizada, ya que se reducirán los tiempos de paradas no programados e incluso, los tiempos programados se ajustaran para reducir los costos operativos en tiempo y recursos. Al disminuir los tiempos de parada, se verá reflejado en un mayor

volumen de latas producidas y esto traerá un beneficio posterior de más latas de leche evaporada envasadas con ingresos significativos a la empresa.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis general

La aplicación del método SMED incrementa la productividad de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

1.6.2. Hipótesis específicas

La aplicación del método SMED incrementa la eficiencia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

La aplicación del método SMED incrementa la eficacia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

1.7. OBJETIVO

1.7.1. Objetivo general

Determinar cómo la aplicación del método SMED incrementa la productividad de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

1.7.2. Objetivos específicos

Determinar cómo la aplicación del método SMED incrementa la eficiencia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

Determinar cómo la aplicación del método SMED incrementa la eficacia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

II. MÉTODOS

2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

“Un diseño de investigación es un documento en el que se presentan organizadamente los distintos elementos formales y de contenido que configurarán tentativamente el proceso investigativo” (Gallardo, 2007, p.133).

Afirma Soriano (2002) que el diseño de investigación es un recurso del método científico en cuanto que permite la concreción de éste en un proceso de investigación específica. También se le conoce como proyecto o plan de investigación y se ajusta a los requerimientos o necesidades de la institución y del propio investigador, así como a las características que adopta el objeto de estudio (p.138).

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio.

Sostiene Arias (2012), que “el diseño de investigación es una planificación estructurada de actividades coordinadas para cumplir con los objetivos y dar solución al problema determinado de estudio, mediante métodos y estrategias validados por el investigador absolviendo así las interrogantes de estudio para obtener resultados (p.27).

2.1.1. Tipo de estudio de la investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2008), este proyecto investigación es aplicada porque se utilizan los conocimientos obtenidos en las investigaciones en la práctica, y con ello traer beneficios a la sociedad o un problema específica, donde se aplicará la teoría mencionada en este proyecto de investigación, donde se generará soluciones a los problemas existentes en la empresa (p.269).

2.1.2. Nivel de la investigación

La investigación se ubica en el nivel explicativo, porque se expondrá que la aplicación del método SMED incrementará la productividad en la línea de envases

de hojalata de la empresa Nestlé del Perú S.A. Ésta investigación va más allá de la descripción de conceptos y manejo de variables, así como del establecimiento de relaciones entre conceptos. Está encaminado a responder por las causas que afectan de forma directa a la productividad.

2.1.3. Enfoque de la investigación

El presente trabajo de investigación es de un enfoque cuantitativo ya que es secuencial y probatorio. Se procede a desarrollarlo paso a paso respetando cada punto de manera estricta. Se aclaran las ideas y se proponen objetivos e interrogantes para la investigación, seguida de una perspectiva teórica. De las interrogantes se establecen las hipótesis definiendo las variables de acuerdo al contexto, se diseña un plan para probarlas, las variables son medidas, analizando estas mediciones se establece conclusiones relacionadas a la hipótesis.

2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

2.2.1. Variable Independiente: SMED

a) SMED

Socconini (2011), Smed (Single Minute Exchange of Die) significa cambio de herramienta en un solo dígito de minuto, es decir, en menos de 10 minutos. El tiempo de cambio es el tiempo que transcurre desde que sale la última pieza buena de un lote anterior, hasta que sale la primera pieza buena del siguiente lote después del cambio.

b) Operaciones internas

“Cuando la máquina tenga que estar detenida para desarrollar las actividades”.
(Socconini, 2011, p. 215).

c) Operaciones externas

“Cuando las actividades se pueden realizar antes o después del paro”.
(Socconini, 2011, p. 215).

2.2.2. Variable Dependiente: Productividad

a) Productividad

Es una medida de la eficiencia de la producción. Por productividad se entiende la relación entre lo que se produce y lo que es requerido para producir. Se dice, por ejemplo, que una secretaria es más productiva que otra cuando en el mismo tiempo (recurso) hace más cosas (producción) (María Laborde, 2011, p.68)

b) Eficiencia

“Eficiencia es la utilización responsable de los recursos. Puede definirse mediante la ecuación $E=P/R$, donde P son los productos resultantes y R los recursos utilizados” (Chiavenato, Introducción a la teoría general de la administración, 2006).

La eficiencia está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera racional para llegar a una meta. Se trata de la capacidad de alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de los recursos, lo que supone una optimización.

c) Eficacia

“Está relacionada con el logro de los objetivos/resultados propuestos, es decir con la realización de actividades que permitan alcanzar las metas establecidas. La eficacia es la medida en que alcanzamos el objetivo o resultado” (Silva, 2002).

Mayor eficacia se logra en la medida que las distintas etapas necesarias para arribar a esos objetivos, se cumplen de manera organizada y ordenada sobre la base de su prioridad e importancia.

Matriz de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente SMED	“Se compone de la teoría y las técnicas para conseguir drásticas reducciones de tiempo en las operaciones de preparación de máquinas [...]. (Udaondo, 1992, p.26).	SMED (acrónimo de Single-Minute Exchange of Die) es un método de reducción de los desperdicios en un sistema productivo que se basa en asegurar un tiempo de cambio de herramienta de un solo dígito de minutos.	OPERACIONES INTERNAS	$\frac{\text{Tiempo total} - \text{T. Oper. Ext.}}{\text{Tiempo total}} \times 100$	RAZÓN
			OPERACIONES EXTERNAS	$\frac{\text{Tiempo total} - \text{T. Oper. Int.}}{\text{Tiempo total}} \times 100$	RAZÓN
Dependiente PRODUCTIVIDAD	“La productividad, tal como la deseamos presentar, permite comparar los grados de aprovechamiento que obtiene la empresa en el empleo de los factores de producción aplicados” (Alfaro y Alfaro, 1999, p.24).	La productividad es la capacidad de producir más utilizando menos recursos haciendo que la producción sea eficiente y eficaz cumpliendo con los objetivos planteados.	EFICACIA	$\frac{\text{Horas hombre realizadas}}{\text{Horas hombre programadas}} \times 100$	RAZÓN
			EFICIENCIA	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programada}} \times 100$	RAZÓN

Fuente: Elaboración propia

2.3. POBLACION Y MUESTRA

Población: El universo poblacional está conformado por la producción realizada en 33 días en los cuales se interviene la máquina soldadora para el rectificado de roldanas en la línea de envases de hojalata de la empresa Nestlé del Perú S.A.

Muestra: La muestra de estudio está conformada por la producción realizada en 33 días en los cuales se interviene la máquina soldadora para el rectificado de roldanas en la línea de envases de hojalata de la empresa Nestlé del Perú S.A.

Muestreo: En este caso no existe el muestreo, ya que se optó por trabajar con el 100% de la muestra en relación total del universo poblacional.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.4.1. Técnicas

Observación. Técnica donde se experimentará el modo en que se realizan los reportes requeridos y el tiempo en que emplean en realizar la actividad. Según Hernández (2006), esta técnica de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conductas que se manifiestan. Pueden utilizarse como instrumento de medición en diversas circunstancias. Es una forma de observación del contenido de comunicaciones verbales y no verbales. Se enfoca en información que pueda ser evaluada por medio de sentidos (p. 125).

2.4.2. Instrumentos

Ficha de observación. Es la técnica que consiste en leer un texto en forma pausada, reflexiva y minuciosa, con el propósito de captar plenamente el mensaje contenido en los párrafos que se lee. (Carrasco, 2005, p. 280).

Esto nos permitirá medir el tiempo de las actividades internas en un cambio de formato y la cantidad de cambios.

Cronómetro. El cronómetro permite medir el tiempo de desarrollo de un proceso determinado, como el tiempo de registro y búsqueda de la información. Es un reloj de gran precisión para medir fracciones de tiempo muy pequeñas (Tamayo, 2005, p.120).

Se usará este instrumento para conocer el tiempo transcurrido antes y después de la aplicación del SMED en la línea de envases de hojalata de la empresa Nestlé del Perú S.A.

2.4.3. Validación y confiabilidad del instrumento

La validez de dicho instrumento se medirá con el juicio de expertos (Ver anexo 1) Teniendo en cuenta a tres profesores de la escuela de ingeniería industrial.

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

En este punto se describirá los métodos estadísticos, lo cual para el análisis de los datos se utilizará el Excel y el SPSS. En donde se hace dos tipos de análisis, un análisis descriptivo del comportamiento de las variables y sus dimensiones y un análisis inferencial para constatar las hipótesis mediante la comparación de media.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

Dado que no se va a transgredir ninguna integridad ética moral ni ir contra la sociedad entonces no corresponde a nosotros la aplicación de temas éticos.

2.7. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Teniendo el objetivo definido que es incrementar la productividad de la línea de envases de hojalata, nos centraremos en la estación de la máquina soldadora Soudronic, ya que esta estación es el cuello de botella que a la larga genera tiempos innecesarios de paradas por alargue de tiempo de ajustes, mantenimiento y limpieza, preparación de máquina, arranque, etc.

2.7.1. Situación actual de la empresa

En línea con sus principios empresariales, Nestlé del Perú S.A. es una empresa de Nutrición, Salud y Bienestar, que promueve una alimentación saludable y balanceada; elabora productos con alto valor nutricional, de gran sabor y calidad.

La Creación de Valor Compartido es el modelo de responsabilidad social de Nestlé, y tiene como principal objetivo crear valor en beneficio de la sociedad de forma sostenible, sin dejar de trabajar cada día para hacer a la empresa más competitiva. Se trata de un modelo en el que no hay perdedores ni ganadores, pues Nestlé del Perú S.A. aporta valor a la sociedad, a la vez que mejora sus propias prácticas empresariales, generando valor también para la compañía.

El 20 de setiembre de 1940 Nestlé se hace oficialmente presente en el Perú. El rápido posicionamiento de Nestlé en el país la lleva a abrir, dos años después, su primera fábrica en Chiclayo, planta que inicia operaciones con la fabricación de productos lácteos.

Figura 1: Fábrica en Chiclayo (1940)



Fuente: www.nestle.com.pe

Nestlé elige a Cajamarca como la zona ideal para el desarrollo de un distrito lechero, instalándose una planta de leche fresca cuya primera capacidad recolectora fue de 1,000 litros diarios.

Actualmente Planta Cajamarca puede recolectar hasta 300,000 litros diarios de leche fresca. Asimismo, en 1956 se inicia la producción en el país de la reconocida Leche Evaporada Ideal.

En 1997, Nestlé Perú adquiere D'Onofrio, una reconocida firma nacional de golosinas, panetones y helados con más de 100 años de presencia en el mercado, y que de la mano de Nestlé dio el salto a su internacionalización, siendo reconocida en otros países y conservando su aprecio entre los peruanos.

Figura 2: Productos elaborados por Nestlé del Perú S.A.



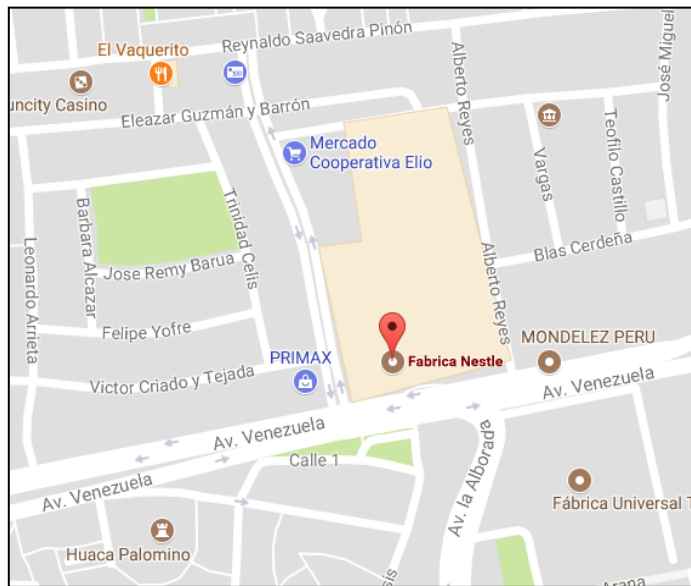
Fuente: www.nestle.com.pe

Hoy, Nestlé del Perú S.A., es la empresa líder en nutrición, salud y bienestar, apreciada y percibida como la empresa de mejor reputación en el país y como una de las más responsables socialmente.

El éxito logrado en el Perú se debe no solamente al soporte de ser la primera empresa de alimentos a nivel mundial, sino por una estrategia local de conquistar nuevos segmentos de consumidores, acompañada de la constante innovación de sus marcas.

La Fábrica Lima (planta de producción de Nestlé del Perú S.A.) está ubicada en Av. Venezuela 2580 en Cercado de Lima.

Gráfico 5: Plano de la Fábrica Lima de Nestlé del Perú S.A.



Fuente: Google Maps

Figura 3: Edificio corporativo



Fuente: www.nestle.com.pe

Actualmente Nestlé del Perú S.A. cuenta con una sola línea de producción de envases de hojalata lo que hace que en todos sus procesos productivos se optimicen los recursos sin perder el objetivo del negocio que es brindar productos de calidad, inocuos y sanos para el consumo de sus clientes

Por turno se produce alrededor de 230 850 envases de hojalata, siendo el total por los tres turnos 692 550 envases producidos que son usados para el envasado de la leche evaporada en sus distintas presentaciones.

Siendo la máquina soldadora Soudronic el cuello de botella, no solamente por ser la estación más lenta en toda la fase de producción sino por las paradas no programadas que hay debido a algunos factores como el mantenimiento preventivo deficiente. Identificamos que el tiempo de rectificado y cambio de roldanas se vuelve un problema recurrente para llegar al objetivo de performance de línea.

El rectificado de roldanas es una operación interna en la cual se emplea un promedio de 5 horas de 8 que tiene cada turno.

Anualmente se rectifican 33 veces teniendo como promedio de tiempo entre rectificado 9 a 11 días, dependiendo de la producción que se logra diariamente.

Al no haber roldanas de recambio, el tiempo de la operación interna que es el rectificado, llega a superar a las operaciones externas y esto hace que los indicadores generales de productividad de la línea sean irregulares.

El proceso productivo de la línea de envases de hojalata tiene varias etapas:

- Verificar la calidad de la hojalata. Los paquetes de hojalata llegan a la línea cortados a una medida estandarizada ya que en la línea se hace envases de un solo formato Ø73 mm x 104 mm largo x 0.14 mm de espesor.

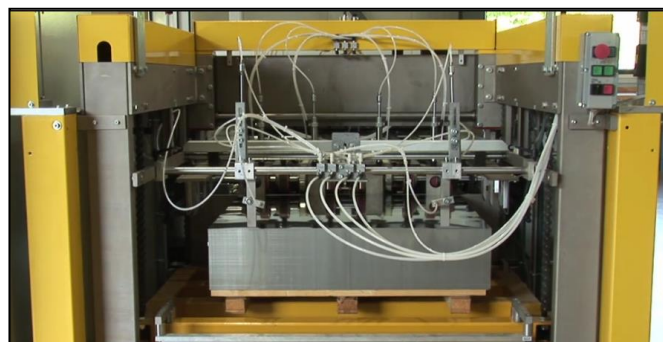
Figura 4: Láminas de hojalata



Fuente: Elaboración propia

- Transporte de hojalata a la 1° mesa. Por medio de cadenas laterales el paquete es levantado para el corte en la 1° mesa. Se activa el sistema de vacío que hace que las ventosas trasladen una a una las láminas a la mesa de corte.

Figura 5: Elevador de paquete de hojalata



Fuente: Elaboración propia

- Corte en tiras en 1^{ra}. mesa. Las láminas de hojalata se cortan en 4 tiras de las mismas dimensiones de modo que la reserva lateral excedente (hojalata sin barnizar) se elimine.

Figura 6: Primera mesa de corte



Fuente: Elaboración propia

- Corte en 2^{da}. mesa y transporte al colector. Las cuchillas de la segunda mesa cortan en chapas y estas van a ser depositadas en el colector de chapas.

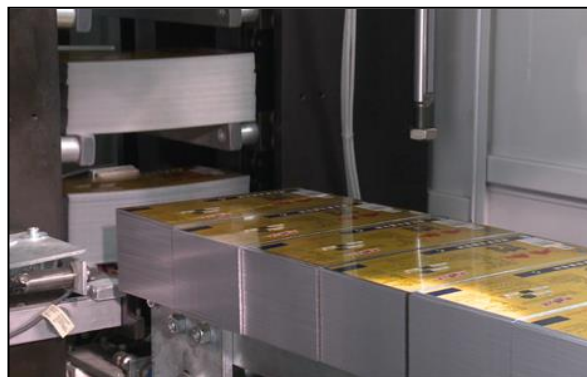
Figura 7: Rodillos de corte en segunda mesa



Fuente: Elaboración propia

- Colección de chapas y entrega de chapas a soldadora. Luego del corte las chapas son agrupadas en cierta cantidad y trasladadas conforme son cortadas.

Figura 8: Láminas con las dimensiones requeridas



Fuente: Elaboración propia

- Traslado de chapas al sistema de precorte, precorte de chapas y curvado de chapas. Todo esto se realiza en muy corto tiempo y en espacio muy reducido.

Figura 9: Precorte y curvado



Fuente: Elaboración propia

- Transporte de cuerpos hacia las roldanas, soldado de cuerpos y aplicación de barniz. Estas operaciones se hacen en fracciones de segundos para aprovechar la intensidad de corriente y el alambre de cobre para la soldadura.

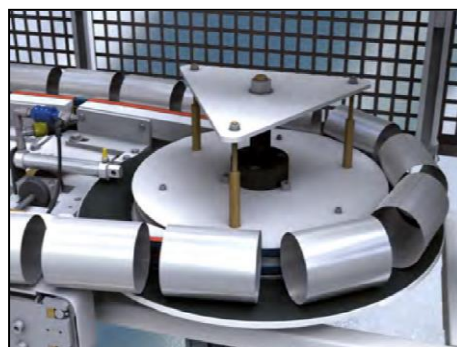
Figura 10: Soldado de cuerpos de hojalata



Fuente: Elaboración propia

- Transporte de cuerpos por hornos de secado del barniz. Los cuerpos al aplicarle barniz interior necesitan ser secados de manera que aseguren un óptimo recubrimiento.

Figura 11: Curado de cuerpos de hojalata



Fuente: Elaboración propia

- Enfriamiento por transporte de cadenas. Los cuerpos salidos del horno necesitan enfriarse antes de ser maquinados en la conformadora (can o mat), es así que recorren por el transporte de cadenas para asegurar que el barniz esté completamente seco para no ser raspado por las herramientas de la conformadora.

Figura 12: Transportador de cadenas al ingreso de la CAN O MAT



Fuente: Elaboración propia

- Separación de cuerpos, formación de cuello, bordoneado. Estas operaciones la realiza la conformadora de envases. Luego de ingresar se realizan operaciones mecánicas a gran velocidad.

Figura 13: Latas al salir del bordoneado (beading)



Fuente: Elaboración propia

- Primer y segundo cierre. En estas operaciones el fondo y el cuerpo son sellados mecánicamente conservando la hermeticidad del envase.

Figura 14: Ingreso para el primer cierre



Fuente: Elaboración propia

- Prueba de hermeticidad. Esta estación eyecta todos los envases defectuosos, que por alguna razón no conservan la hermeticidad.

Figura 15: Probadora de hermeticidad



Fuente: Elaboración propia

- Paletizado y almacenamiento. Los envases se paletizan para luego ser enviados a llenaje. Son almacenados aislándolos de la humedad.

Figura 16: Paletizado



Fuente: Elaboración propia

LA EFICIENCIA ANTES DEL SMED

Tabla 4: La eficiencia antes de aplicar el método SMED

FECHA	HORAS SIN PRODUCIR	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (UNIDADES)	PRODUCCIÓN REAL (UNIDADES)	EFICIENCIA (%)	
04/07/2016	6	230850	42735	18.5	Recolección de datos de registros de producción
14/07/2016	4	230850	111136	48.1	
24/07/2016	5	230850	76921	33.3	
03/08/2016	4	230850	111118	48.1	
13/08/2016	4	230850	111126	48.1	
23/08/2016	5	230850	76872	33.3	
02/09/2016	5	230850	76914	33.3	
12/09/2016	4	230850	111128	48.1	
22/09/2016	5	230850	76901	33.3	
02/10/2016	6	230850	42733	18.5	
12/10/2016	4	230850	111113	48.1	
22/10/2016	5	230850	76922	33.3	
01/11/2016	4	230850	111129	48.1	
11/11/2016	6	230850	42710	18.5	
21/11/2016	4	230850	111114	48.1	
01/12/2016	5	230850	76936	33.3	
11/12/2016	5	230850	76911	33.3	
21/12/2016	4	230850	111129	48.1	
31/12/2016	5	230850	76937	33.3	
10/01/2017	4	230850	111120	48.1	Toma de datos propios para proyecto de investigación
20/01/2017	4	230850	111142	48.1	
30/01/2017	5	230850	76919	33.3	
09/02/2017	5	230850	76908	33.3	
19/02/2017	4	230850	111124	48.1	
01/03/2017	6	230850	42730	18.5	
11/03/2017	4	230850	111147	48.1	
21/03/2017	5	230850	76948	33.3	
31/03/2017	4	230850	111132	48.1	
10/04/2017	6	230850	42722	18.5	
20/04/2017	4	230850	111125	48.1	
30/04/2017	6	230850	42731	18.5	
10/05/2017	5	230850	76945	33.3	
20/05/2017	5	230850	76912	33.3	
				36.9	

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 4, los datos de la eficiencia mostrados del año 2016 fueron obtenidos del registro de producción de la máquina soldadora Soudronic.

Los datos que se muestran a partir de Enero de 2017 son propios y fueron tomados siguiendo las pautas regulares en cada intervención de la soldadora y de acuerdo al contador de producción.

Son 33 veces que se interviene en la soldadora para el rectificado de roldanas. Los datos de la eficiencia reflejan las veces que ha sido intervenida la máquina por 2 técnicos en un turno de 8 horas (480 min.). El tiempo de refrigerio y de control de calidad es obviado para el cálculo de la producción real promedio.

Tabla 5: Fórmulas para hallar la eficiencia

PRODUCCIÓN PROGRAMADA (UNIDADES)	$(480 \text{ MIN} \times 570 \text{ LATAS/MIN}) - (75 \text{ MIN PAROS PROGRAMADOS} \times 570 \text{ LATAS/MIN})$ 273 600 LATAS - 42 750 LATAS = 230 850 LATAS
EFICIENCIA (%)	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programada}} \times 100$
PAROS PROGRAMADOS (MIN)	10 MIN = CONTROL DE CALIDAD 20 MIN = LIMPIEZA INTERMEDIA 45 MIN = REFRIGERIO 75 MIN = TOTAL
PRODUCCIÓN REAL PROMEDIO (UNIDADES)	360 MIN = 6 HORAS SIN PRODUCIR 45 MIN = 0.75 HORAS DE REFRIGERIO 480 MIN - 405 MIN = 75 MIN 75 MIN X 570 LATAS/MIN = 42750 LATAS

Fuente: Elaboración propia

La eficiencia promedio obtenida a base de las 33 intervenciones anuales es 36.9%.

LA EFICACIA ANTES DEL SMED

Tabla 6: La eficacia antes de aplicar el método SMED

FECHA	HORAS HOMBRE SIN PRODUCIR (x2)	HORAS HOMBRE PROGRAMADAS (x2)	HORAS HOMBRE REALIZADAS (x2)	EFICACIA (%)	
04/07/2016	12	14.5	2.5	17.2	Recolección de datos de registros de producción
14/07/2016	8	14.5	6.5	44.8	
24/07/2016	10	14.5	4.5	31.0	
03/08/2016	8	14.5	6.5	44.8	
13/08/2016	8	14.5	6.5	44.8	
23/08/2016	10	14.5	4.5	31.0	
02/09/2016	10	14.5	4.5	31.0	
12/09/2016	8	14.5	6.5	44.8	
22/09/2016	10	14.5	4.5	31.0	
02/10/2016	12	14.5	2.5	17.2	
12/10/2016	8	14.5	6.5	44.8	
22/10/2016	10	14.5	4.5	31.0	
01/11/2016	8	14.5	6.5	44.8	
11/11/2016	12	14.5	2.5	17.2	
21/11/2016	8	14.5	6.5	44.8	
01/12/2016	10	14.5	4.5	31.0	
11/12/2016	10	14.5	4.5	31.0	
21/12/2016	8	14.5	6.5	44.8	
31/12/2016	10	14.5	4.5	31.0	
10/01/2017	8	14.5	6.5	44.8	Toma de datos propios para proyecto de investigación
20/01/2017	8	14.5	6.5	44.8	
30/01/2017	10	14.5	4.5	31.0	
09/02/2017	10	14.5	4.5	31.0	
19/02/2017	8	14.5	6.5	44.8	
01/03/2017	12	14.5	2.5	17.2	
11/03/2017	8	14.5	6.5	44.8	
21/03/2017	10	14.5	4.5	31.0	
31/03/2017	8	14.5	6.5	44.8	
10/04/2017	12	14.5	2.5	17.2	
20/04/2017	8	14.5	6.5	44.8	
30/04/2017	12	14.5	2.5	17.2	
10/05/2017	10	14.5	4.5	31.0	
20/05/2017	10	14.5	4.5	31.0	
				34.4	

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 6, los datos de la eficacia mostrados del año 2016 fueron obtenidos del registro de producción de la máquina soldadora Soudronic.

Los datos que se muestran a partir de Enero de 2017 son propios y fueron tomados de acuerdo al avance de la intervención en la soldadora.

Son 33 veces que se interviene en la soldadora para el rectificado de roldanas.

Los datos de la eficacia reflejan las veces que ha sido intervenida la máquina por 2 técnicos en un turno de 8 horas (480 min.)

Tabla 7: Fórmulas para hallar la eficacia

HORAS HOMBRE PROGRAMADAS (x2)	$(480 \text{ min} \times 2) - (45 \text{ min paro programado} \times 2)$ $960 \text{ min} - 90 \text{ min} = 870 \text{ min}$ $870 \text{ min} / (60 \text{ min/hora}) = 14.5 \text{ horas}$
EFICACIA (%)	$\frac{\text{Horas hombre realizadas}}{\text{Horas hombre programadas}} \times 100$
PAROS PROGRAMADOS (MIN)	45 MIN REFRIGERIO

Fuente: Elaboración propia

La eficacia promedio obtenida en base de las 33 intervenciones anuales es 34.4%.

LA PRODUCTIVIDAD ANTES DEL SMED

Tabla 8: La productividad antes de aplicar el método SMED

FECHA	EFICIENCIA (%)	EFICACIA (%)	PRODUCTIVIDAD (%)	
04/07/2016	18.5	17.2	3.2	Recolección de datos de registros de producción
14/07/2016	48.1	44.8	21.6	
24/07/2016	33.3	31.0	10.3	
03/08/2016	48.1	44.8	21.6	
13/08/2016	48.1	44.8	21.6	
23/08/2016	33.3	31.0	10.3	
02/09/2016	33.3	31.0	10.3	
12/09/2016	48.1	44.8	21.6	
22/09/2016	33.3	31.0	10.3	
02/10/2016	18.5	17.2	3.2	
12/10/2016	48.1	44.8	21.6	
22/10/2016	33.3	31.0	10.3	
01/11/2016	48.1	44.8	21.6	
11/11/2016	18.5	17.2	3.2	
21/11/2016	48.1	44.8	21.6	
01/12/2016	33.3	31.0	10.3	
11/12/2016	33.3	31.0	10.3	
21/12/2016	48.1	44.8	21.6	
31/12/2016	33.3	31.0	10.3	
10/01/2017	48.1	44.8	21.6	Toma de datos propios para proyecto de investigación
20/01/2017	48.1	44.8	21.6	
30/01/2017	33.3	31.0	10.3	
09/02/2017	33.3	31.0	10.3	
19/02/2017	48.1	44.8	21.6	
01/03/2017	18.5	17.2	3.2	
11/03/2017	48.1	44.8	21.6	
21/03/2017	33.3	31.0	10.3	
31/03/2017	48.1	44.8	21.6	
10/04/2017	18.5	17.2	3.2	
20/04/2017	48.1	44.8	21.6	
30/04/2017	18.5	17.2	3.2	
10/05/2017	33.3	31.0	10.3	
20/05/2017	33.3	31.0	10.3	
	36.9	34.4	13.8	

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 8, los datos de la productividad mostrados del año 2016 fueron obtenidos del registro de producción de la máquina soldadora Soudronic.

Los datos que se muestran a partir de Enero de 2017 son propios y fueron tomados de acuerdo a los reportes de producción de la línea de envases.

Son 33 veces que se interviene en la soldadora para el rectificado de roldanas. Los datos de la productividad reflejan las veces que ha sido intervenida la máquina por 2 técnicos en un turno de 8 horas (480 min.)

Tabla 9: Fórmula para hallar la eficacia

PRODUCTIVIDAD	EFICIENCIA X EFICACIA
---------------	-----------------------

Fuente: Elaboración propia

La productividad promedio obtenida en base de las 33 intervenciones anuales es 13.8%.

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE LATAS

Diagrama 3: DAP de fabricación de latas

ACTIVIDADES	SIMBOLOGÍA	●	➡	■	D	▼	Tiempo (seg)
Verificar la calidad de la hojalata							8
Transporte de hojalata a la 1° mesa							8
Corte en tiras en 1° mesa							3
Corte en chapas en 2° mesa							3
Transporte al colector de chapas							2
Colección de chapas							120
Entrega de chapas a soldadora							300
Traslado de chapas al sistema de precorte							1
Precorte de chapas							1
Curvado de chapas							1
Transporte de cuerpos hacia las roldanas							2
Soldado de cuerpos de hojalata (doble)							1
Aplicación de barniz en zona de soldado							1
Transporte de cuerpos por sistema de secado de barniz							20
Enfriamiento por transporte de cadenas							90
Separación en dos del cuerpo precortado							2
Formacion del cuello del envase							2
Bordonado del envase							2
Primer cierre del envase							2
Segundo cierre del envase (sertido)							2
Traslado a probadora de hermeticidad							3
Prueba de hermeticidad							3
Traslado a paletizadores / llenaje							10
Almacenamiento							480
							1067
						Minutos	18

Fuente: Elaboración propia

Como podemos apreciar en el Diagrama 3 de análisis de proceso de fabricación de latas de toda la línea de envases, las operaciones que se dan en el día a día son realizadas siguiendo todo el proceso antes detallado.

Este trabajo se enfocará en la reducción de tiempo en el rectificado y cambio de roldanas y así incrementar la eficiencia, la eficacia y por consiguiente la productividad de la línea de envases.

Para esta operación utilizaremos cuchillas carburadas de tungsteno (Figura 17) para el mecanizado, de esta forma se garantiza la calidad del rectificado y la uniformidad de la superficie de cobre que tienen las roldanas.

Figura 17: Herramientas de rectificado



Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Roldanas



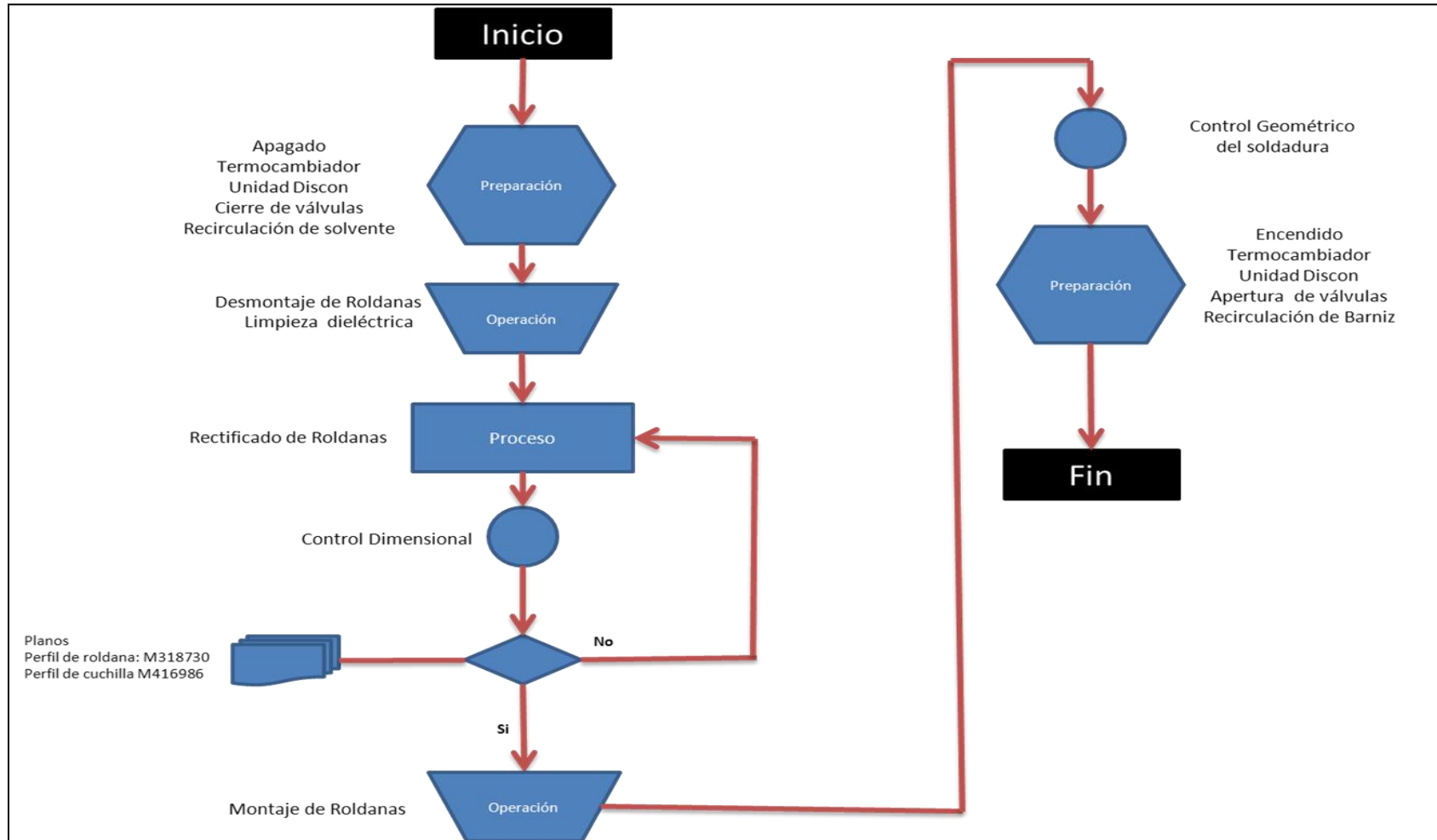
Fuente: Elaboración propia

Para mostrar una mejor visión de lo que se hará, tenemos que ver cómo es en la actualidad el proceso de rectificado y cambio de roldanas.

En el Diagrama 4, podemos apreciar el diagrama de flujo actual y nos centraremos únicamente en el proceso de rectificado de roldanas. Podemos apreciar que luego de este proceso se hará un estricto control de medidas para ver cuánto más se tiene que rectificar. Si las medidas de las roldanas han sido validadas de manera óptima entonces se procede al montaje de las roldanas y si por el contrario aun no tienen el estándar dimensional se continúa con el rectificado.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL RECTIFICADO DE ROLDANAS

Diagrama 4: Diagrama de flujo del rectificado de roldanas



Fuente: Elaboración propia

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO DEL RECTIFICADO DE ROLDANAS (ANTES)

	28
	4
	2
	1
	0
	0
Total	35

Diagrama 5: DAP del rectificado de roldanas

	Operación	Transporte	Inspección	Inspección Combinada	Demora	Almacenamiento	Distancia en metros	Cantidad	Tiempo en minutos
1 Colocarse EPP							0	1	1
2 Transporte de herramientas							3	1	3
3 Apagado de hornos							6.2	1	20
4 Apagado Equipo Termocambiador							12	1	5
5 Obturar mangueras del termocambiador							10	1	3
6 Apagado de equipo Discon							11	1	5
7 Sustitución de barniz por thinner							14	1	10
8 Montaje acople bloqueador funciones post Soudronic							0	1	5
9 Retirar brazo de barnizado							0	1	5
10 Retirar acople de brazo inferior							0	1	5
11 Retirar soporte de roldana inferior							0	1	10
12 Retirar Alambre de cobre							0	1	4
13 Retirar roldana inferior							0	1	6
14 Llevar roldana a unidad de rectificado							3	1	1
15 Montaje y centrado de roldana en perfilador							0	1	5
16 rectificado de roldana							0	1	120
17 Inspecciones							0	1	5
18 Llevar roldana a maquina de soldadura							3	1	1
19 Limpieza dieléctrica							0	1	10
20 Inspección del area de montaje							0	1	1
21 Inspeccion y/o cambio de electrodo inferior							0	1	10
22 Montaje roldana inferior							0	1	60
23 Montaje de soporte de roldana inferior							0	1	10
24 Montaje acople barnizado							0	1	5
25 Montaje de brazo barnizado							0	1	5
26 Colocar alambre cobre							0	1	4
27 Sustitución de thinner por barniz							14	1	5
28 Liberar mangueras del termocambiador							0	1	3
29 Desmontaje acople bloqueador funciones post soudronic							0	1	3
30 Encendido del termocambiador							0	1	1
31 Encendido de equipo Discon							0	1	1
32 Encendido de hornos							9.2	1	5
33 Control geometrico de soldadura							0	1	12
34 Transporte de herramientas a mesa de trabajo							3	1	1
35 Inicio de producción							0	1	1

Fuente: Elaboración propia

Actualmente son 35 operaciones que se realizan para el rectificado de roldanas, incluidas las operaciones de seguridad y otras netamente propias de la intervención. Todas estas operaciones son realizadas por personal técnico calificado de mucha experiencia debido al alto costo de las herramientas y equipos a utilizar y sobre todo al rendimiento en producción que esta intervención requiere.

Figura 19: Personal técnico calificado

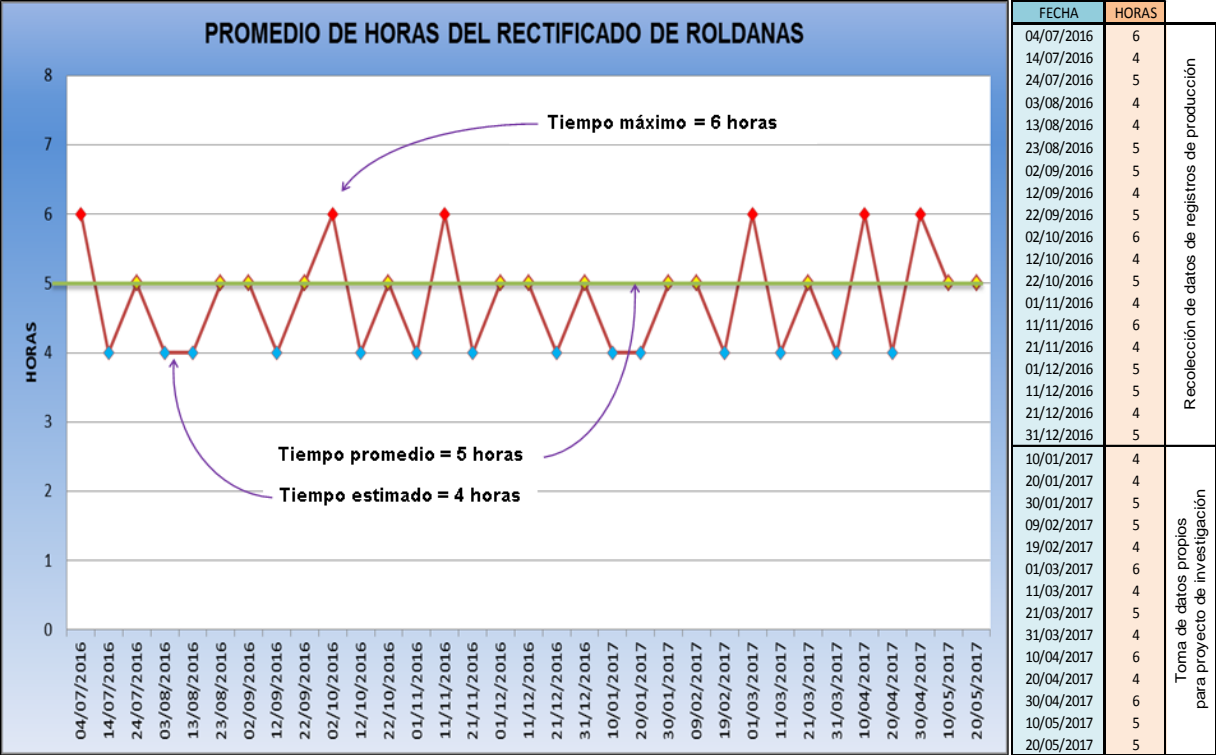


Fuente: Elaboración propia

El tiempo promedio actual con que se lleva a cabo cada intervención es de 5 horas aproximadamente, esto debido a que no hay un estándar de tiempo para cada operación, siendo el rectificado en sí, la operación que más tiempo requiere. Las herramientas a utilizar muchas veces no están diferenciadas por la poca organización y la premura de ejecutar tareas propias de la línea. Existe un cronograma de ejecución de las operaciones que debe ser analizado ya que se podría separar las operaciones internas y externas que harían que el tiempo utilizado en la intervención sea menor y así dejar de sobrepasar el tiempo estimado que es de 4 horas, llegando en algunas veces a 6 horas.

Como apreciamos en el Gráfico 6, los datos obtenidos del 2016 fueron tomados del registro diario de producción y los del 2017 son datos propios tomados para el fin de este proyecto para luego ser ingresados a Excel para ver el promedio de horas empleadas y a partir de allí hacer un reacondicionamiento más técnico en cuanto a tiempo cada vez que se rectifican las roldanas.

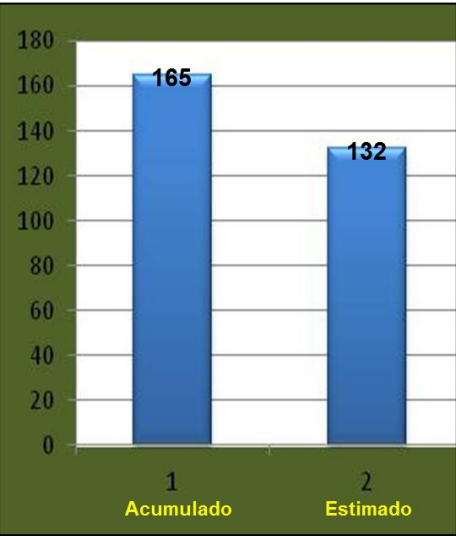
Gráfico 6: Promedio de horas Julio 2016 – Mayo 2017



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 7 se aprecia el total acumulado de horas que se emplea para el rectificado de roldanas siendo 165 horas anualmente. Las horas estimadas en un año son de 132 horas. Teniendo estos datos, los cuales son analizados para optimizar el tiempo y hacer que todas estas operaciones se realicen reduciendo considerablemente el tiempo de intervención se incrementarán los índices de eficiencia, eficacia y productividad de la línea de envases de hojalata.

Gráfico 7: Indicador de tiempo (horas)



Fuente: Elaboración propia

Muchas veces las tareas repetitivas dificultan un óptimo trabajo ya que nos acostumbramos a trabajar siempre de la misma manera como veníamos haciéndolo sin imaginar o querer imaginar que hay formas de trabajo que ayudan a que las tareas se simplifiquen, para ello se necesita mucha organización, tener las herramientas necesarias para cada actividad, tener los equipos lo más próximos a la estación de trabajo, saber diferenciar las operaciones internas de las externas ya que depende mucho de éste tiempo para que la línea esté apta para iniciar la producción.

Los movimientos que se ejecutan para realizar el rectificado de roldanas dentro del tiempo establecido son muchas veces innecesarios que sean realizados dentro de este tiempo ya que se pueden hacer cuando la máquina esté produciendo y así incrementar la eficiencia de la línea.

2.7.2. Propuesta de mejora

La propuesta de mejora representa la principal aspiración de este trabajo. Sin embargo, se fundamenta y cobra importancia al momento de evaluar la situación actual, registrando datos de las actividades que se realizan en el turno.

Se optimizará el tiempo en el rectificado de roldanas, porque el tiempo efectivo actual (5 horas) excede al tiempo estándar o estimado (4 horas). Se mejorarán las actividades en el estándar que se presentan en el proceso del rectificado de roldanas, en la estación de la máquina soldadora Soudronic, y así optimizar el tiempo en cada procedimiento.

Se presenta el siguiente plan de mejora con el fin reducir en un 40% (2 horas) el tiempo de la intervención que actualmente es de 5 horas a un tiempo de 3 horas.

1. Selección del proyecto.
2. Definir la oportunidad de mejora.
3. Definir equipo.
4. Evaluar KPIs del proyecto.
5. Evaluar tendencias (datos históricos).

6. Definir objetivo
7. Definir actividades claras y tiempo de entrega
8. Registrar y analizar cada actividad.
9. Clasificar las actividades internas o externas
10. Evaluar pérdida actual.
11. Definir beneficios del proyecto.
12. Capacitación al personal técnico.
13. Entrenamiento en SMED
14. Determinar los días que se intervendrá la máquina
15. Charlas de seguridad
16. Aprobación y validación de permisos de seguridad



DIAGRAMA DE GANTT	
PROYECTO	SMED
UNIDAD DE TIEMPO	DÍAS
FECHA DE INICIO	22/05/2017
FECHA DE FIN	08/06/2017

Tabla 10: Tabla de Diagrama de Gantt

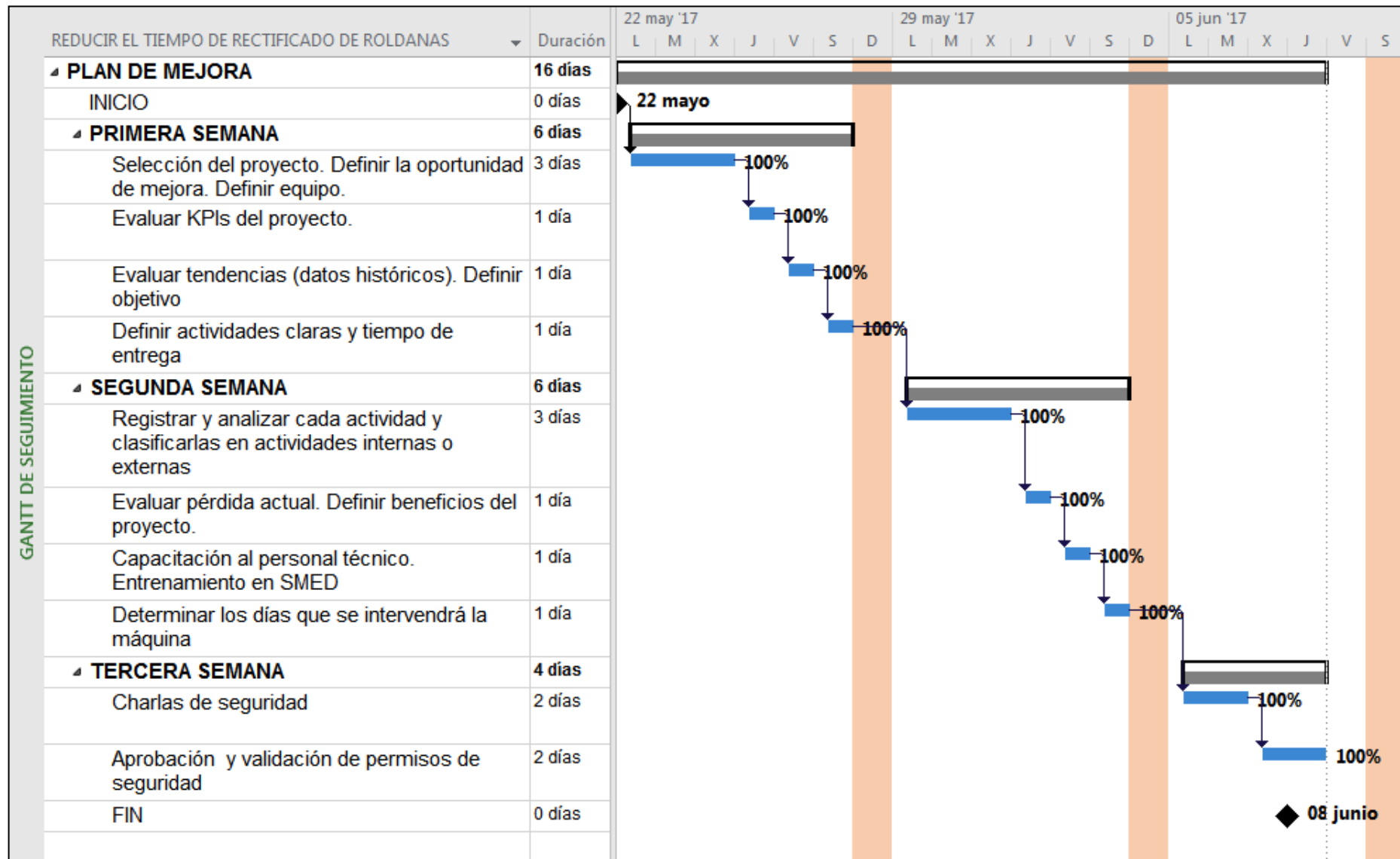
ITEM	ACTIVIDAD	DURACIÓN	ACTIVIDAD PRECEDENTE	INICIO	FIN
A	Selección del proyecto Definir la oportunidad de mejora Definir equipo	3	B	22/05/2017	24/05/2017
B	Evaluar KPIs del proyecto	1	C	25/05/2017	25/05/2017
C	Evaluar tendencias (datos históricos) Definir objetivo	1	D	26/05/2017	26/05/2017
D	Definir actividades claras y tiempo de entrega	1	E	27/05/2017	27/05/2017
E	Registrar y analizar cada actividad Clasificar las actividades internas o externas	3	F	29/05/2017	31/05/2017
F	Evaluar pérdida actual Definir beneficios del proyecto	1	G	01/06/2017	01/06/2017
G	Capacitación al personal técnico Entrenamiento en SMED	1	H	02/06/2017	02/06/2017
H	Determinar los días que se intervendrá la máquina	1	I	03/06/2017	03/06/2017
I	Charlas de seguridad	2	J	05/06/2017	06/06/2017
J	Aprobación y validación de permisos de seguridad	2	K	07/06/2017	08/06/2017

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 10 nos muestra las actividades que se realizarán en el plan de mejora, cada actividad es seguida de la otra con el fin de optimizar el poco tiempo que se tiene para llevarla a cabo antes de empezar a implementar la mejora.

Este plan de mejora tiene como fecha de inicio el 22 de Mayo de 2017 y como fecha final el 08 de Junio de 2017, aproximadamente 3 semanas.

Diagrama 6: Diagrama de Gantt



Fuente: Elaboración propia

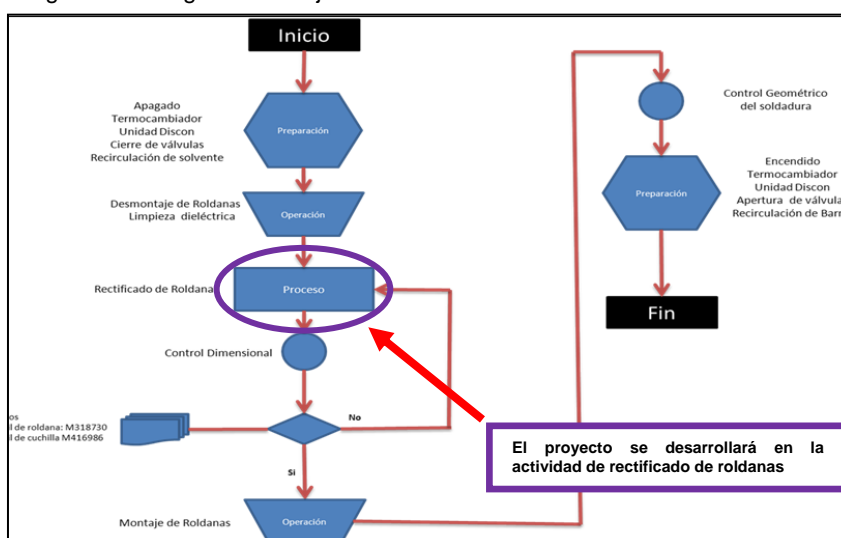
2.7.3. Implementación de la propuesta

La propuesta de mejora para hacer más productiva la línea de envases de hojalata está centrada en el proceso de rectificado de roldanas, como se puede apreciar en el Diagrama 6, las actividades del plan de mejora se desarrollan en 3 semanas, con un total de 16 días hábiles y 2 horas diarias, sin ver interrumpida las labores de producción de los trabajadores involucrados.

1. Selección del proyecto. Mediante un análisis particular de preparación y arranques de línea, cambios de formato, etc. visto en otra empresa del mismo rubro y teniendo la convicción que reduciendo el tiempo en el rectificado de roldanas y aplicando el método SMED se incrementa la productividad de la línea de envases ya que es el más adecuado donde se diferencian las operaciones internas de las externas. Esto quiere decir que se ejecutarán operaciones internas mientras la soldadora Soudronic esté detenida y las operaciones externas serán realizadas mientras la soldadora esté trabajando.

2. Definir la oportunidad de mejora. La oportunidad de mejora es reducir el tiempo de rectificado de roldanas en la estación de la máquina soldadora Soudronic, porque el tiempo efectivo (5 horas) excede al tiempo estimado (4 horas).

Diagrama 7: Diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

3. Definir equipo. Una vez que se tuvo de manera clara el proyecto y de lo que se quería aplicar, se optó por involucrar al siguiente personal:

- 1 Técnico de mantenimiento
- 1 Operador de línea

Figura 20: Equipo SMED



Fuente: Elaboración propia

Son en estas reuniones de equipo donde se define el plan de acción, donde se plasman ideas del proyecto y se entiende cuál será el objetivo y por qué se está haciendo esta mejora y de los beneficios que resulta de una buena aplicación de una herramienta que incremente los estándares de la línea de envases de hojalata. El equipo conformado se planteó las siguientes preguntas ayudados de la técnica 5W1H.

Gráfico 8: Los 5W y 1H

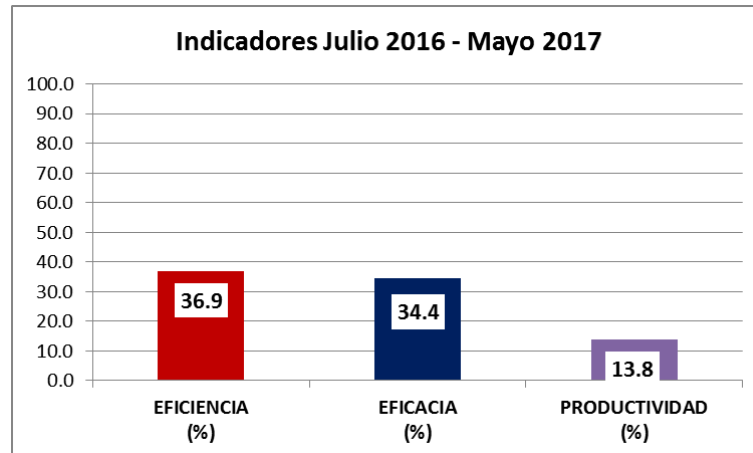


Fuente: www.educando.edu.do

What / Qué	: Reduiremos el tiempo de rectificado de roldanas.
Who / Quién	: El personal técnico involucrado.
Where / Dónde	: En la estación de la máquina soldadora Soudronic.
When / Cuándo	: Cuando se rectifiquen las roldanas.
How / Cómo	: Aplicando el método SMED.
Why / Por qué	: Para incrementar los estándares de la línea de envases.

4. Evaluar KPIs del proyecto. Los indicadores claves en este proyecto son la eficiencia, eficacia y productividad. Como se aprecia, estos indicadores en los días que se rectifican las roldanas son muy bajos.

Gráfico 9: Indicadores de producción



Fuente: Elaboración propia

Conforme se viene tomando los resultados se optó por reducir a lo más mínimo el tiempo de parada de la máquina soldadora, ya que haciendo esto se verá reflejado el aumento en los indicadores.

Para incrementar la eficiencia de la línea se tiene que aumentar el volumen de latas producidas y solo esto se podrá reduciendo el actual tiempo de cambio de roldanas que es 5 horas a un tiempo objetivo de 3 horas ya que a menor tiempo de máquina parada aumenta las unidades producidas.

Tabla 11: Propuesta para incrementar la eficiencia

EFICIENCIA (%)	$\frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programada}} \times 100$
PAROS PROGRAMADOS (MIN)	10 MIN = CONTROL DE CALIDAD 20 MIN = LIMPIEZA INTERMEDIA 45 MIN = REFRIGERIO 75 MIN = TOTAL
PRODUCCIÓN REAL PROMEDIO (UNIDADES)	180 MIN = 3 HORAS SIN PRODUCIR 45 MIN = 0.75 HORAS DE REFRIGERIO 480 MIN - 225 MIN = 255 MIN 255 MIN X 570 LATAS/MIN = 145 350 LATAS
PRODUCCIÓN PROGRAMADA (UNIDADES)	(480 MIN X 570 LATAS/MIN) - (75 MIN PAROS PROGRAMADOS X 570 LATAS/MIN) 273 600 LATAS - 42 750 LATAS = 230 850 LATAS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Propuesta para incrementar la eficacia

HORAS HOMBRE PROGRAMADAS (x2)	$(480 \text{ min} \times 2) - (45 \text{ min paro programado} \times 2)$ $960 \text{ min} - 90 \text{ min} = 870 \text{ min}$ $870 \text{ min} / (60 \text{ min/hora}) = 14.5 \text{ horas}$
EFICACIA (%)	$\frac{\text{Horas hombre realizadas}}{\text{Horas hombre programadas}} \times 100$
PAROS PROGRAMADOS (MIN)	90 MIN REFRIGERIO (45 MIN X 2)
HORAS HOMBRE REALIZADAS (x2)	(H-H PROGRAMADA) - (H-SIN PRODUCIR)

Fuente: Elaboración propia

Incrementando tanto la eficiencia y la eficacia, estaremos aumentando directamente la productividad.

5. Evaluar tendencias (datos históricos).

De acuerdo a los registros de producción se obtuvo un historial que abarcaba 1 año y en dicho tiempo se realizaron 33 rectificadores de roldanas. Se tomaron datos los cuales fueron evaluados. Se revisan datos históricos y se proponen cambios.

La tendencia es de 5 horas promedio al rectificado de roldanas. La propuesta es reducir este tiempo y que sea 3 horas el promedio de esta actividad ya que disminuyendo este tiempo aumenta directamente el tiempo de horas hombre realizadas.

Ya con el nuevo estándar de tiempo promedio propuesto (3 horas) procedemos a realizar la toma de datos y así registrar los tiempos en cada intervención en la máquina soldadora.

Tabla 14: Registro antes de aplicar SMED

FECHA	HORAS	
04/07/2016	6	Recolección de datos de registros de producción
14/07/2016	4	
24/07/2016	5	
03/08/2016	4	
13/08/2016	4	
23/08/2016	5	
02/09/2016	5	
12/09/2016	4	
22/09/2016	5	
02/10/2016	6	
12/10/2016	4	
22/10/2016	5	
01/11/2016	4	
11/11/2016	6	
21/11/2016	4	
01/12/2016	5	
11/12/2016	5	
21/12/2016	4	
31/12/2016	5	
10/01/2017	4	Toma de datos propios para proyecto de investigación
20/01/2017	4	
30/01/2017	5	
09/02/2017	5	
19/02/2017	4	
01/03/2017	6	
11/03/2017	4	
21/03/2017	5	
31/03/2017	4	
10/04/2017	6	
20/04/2017	4	
30/04/2017	6	
10/05/2017	5	
20/05/2017	5	
	5	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Registro aplicando SMED

FECHA	HORAS	
09/06/2017	3.08	Toma de datos aplicando SMED
19/06/2017	3.32	
29/06/2017	3.04	
09/07/2017	3.08	
19/07/2017	2.99	
29/07/2017	3.02	
08/08/2017	3.13	
18/08/2017	3.04	
28/08/2017	2.92	
07/09/2017	3.23	
17/09/2017	3.08	
27/09/2017	2.92	
07/10/2017	3.05	
17/10/2017	2.93	
27/10/2017	3.05	
06/11/2017	3.02	Proyección de datos aplicando SMED
16/11/2017	3.00	
26/11/2017	3.22	
06/12/2017	2.95	
16/12/2017	2.99	
26/12/2017	2.99	
05/01/2018	2.93	
15/01/2018	3.02	
25/01/2018	3.04	
04/02/2018	2.97	
14/02/2018	2.99	
24/02/2018	2.97	
06/03/2018	2.99	
16/03/2018	3.15	
26/03/2018	3.07	
05/04/2018	3.02	
15/04/2018	3.08	
25/04/2018	3.27	
	3.05	

Fuente: Elaboración propia

6. Definir objetivo. En las reuniones que se llevaron a cabo se definió el objetivo que es la reducción del 40% (2 horas) al total de horas acumuladas en el rectificado de roldanas.

Gráfico 10: Objetivo anual con SMED



Fuente: Elaboración propia

Tiempo acumulado = 33 rectificadas de roldanas x 5 horas = 165 horas

Tiempo estimado = 33 rectificadas de roldanas x 4 horas = 132 horas

Tiempo con SMED = 33 rectificadas de roldanas x 3 horas = 99 horas

7. Definir actividades claras y tiempo de entrega. En esta propuesta se definen las actividades que se realizarán cuando la máquina soldadora esté produciendo previo a la intervención y así evitar provocar parada no programadas.

- Adquisición de nuevo coche y set de herramientas.
- Se despeja zona de equipo de rectificado.
- Se rectifican roldanas
- Se firman permisos de intervención

Figura 21: Rectificado de roldanas



Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Coche de herramientas



Fuente: Elaboración propia

8. Registrar y analizar cada actividad. El grupo de trabajo registra cada una de las 35 actividades para luego clasificarlas.

Tabla 15: Actividades antes de aplicar SMED

N°	ACTIVIDADES	DURACIÓN (MIN)
1	Colocarse EPP	1
2	Transporte de herramientas	3
3	Apagado de hornos	20
4	Apagado de equipo termocambiador	5
5	Obturar mangueras del termocambiador	3
6	Apagado de equipo Discon	5
7	Sustitución de barniz por thinner	10
8	Montaje de acople bloqueador	5
9	Retirar brazo de barnizado	5
10	Retirar acaople de brazo inferior	5
11	Retirar soporte de roldana inferior	10
12	Retirar alambre de cobre	4
13	Retirar roldana inferior	6
14	Llevar roldana a unidad de rectificado	1
15	Montaje y centrado de roldanas en perfilador	5
16	Rectificado de roldanas	120
17	Inspecciones	5
18	Llevar roldana a máquina de soldadura	1
19	Limpieza dielectrica	10
20	Inspeccion del area de montaje	1
21	Inspeccion / cambio de electrodo inferior	10
22	Montaje de roldana inferior	60
23	Montaje de soporte de roldana inferior	10
24	Montaje de soporte de barnizado	9
25	Montaje de brazo barnizado	9
26	Colocar alambre de cobre	4
27	Sustitucion de thinner por barniz	5
28	Liberar mangueras del termocambiador	3
29	Desmontaje de acple bloqueador	3
30	Encendido de termocambiador	1
31	Encendido de equipo Discon	1
32	Encendido de hornos	5
33	Control geometrico de soldadura	12
34	Transporte de herramientas a mesa de trabajo	2
35	Inicio de produccion	1
		360

Fuente: Elaboración propia

9. Clasificar las actividades internas o externas. Se clasifican 23 operaciones internas, las cuales vienen a ser las principales ya que al ejecutarlas es imprescindible que la máquina esté detenida y esto conlleva a que los índices de producción se vean reducidos. Se hizo un nuevo cronograma de actividades para que de manera progresiva se ejecuten las operaciones internas.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES Y REGISTRO DE CAMBIO DE ROLDANAS

Tabla 16: Nuevo registro de actividades

N°	ACTIVIDADES	REGISTRO DE CAMBIO DE ROLDANAS (minutos acumulados)																		V°B°					
		5	8	13	23	28	33	38	48	52	58	59	69	135	145	150	155	159	164		167	170	171	172	180
1	Apagado de equipo intercambiador	■																							
2	Obturar mangueras del termocambiador	■	■																						
3	Apagado de equipo discom			■																					
4	Sustitución de barniz por thinner				■																				
5	Montaje acople bloqueador					■																			
6	Retirar brazo de barnizado						■																		
7	Retirar acople de brazo inferior							■																	
8	Retirar soporte de roldana inferior								■																
9	Retirar alambre de cobre									■															
10	Retirar roldana inferior										■														
11	Llevar roldana a unidad de rectificado											■													
12	Montaje y centrado de roldana												■												
13	Montaje de roldana inferior													■											
14	Montaje de soporte de roldana inferior														■										
15	Montaje acople barnizado															■									
16	Montaje brazo barnizado																■								
17	Colocar alambre de cobre																	■							
18	Sustitución de thinner por barniz																		■						
19	Liberar mangueras del termocambiador																			■					
20	Desmontaje acople termocambiador																				■				
21	Encendido del termocambiador																					■			
22	Encendido del equipo discom																						■		
23	Control geométrico de soldadura																							■	

Fuente: Elaboración propia

Las actividades a seguir en el plan de la mejora han sido reducidas de 35 a 23 actividades con la finalidad de optimizar el tiempo para una mejor performance en los indicadores de la línea.

1. Apagado de equipo intercambiador. Se apaga el equipo con la finalidad de cortar el flujo de agua helada que si es necesaria cuando la línea está produciendo.

Figura 23: Intercambiador de agua



Fuente: Elaboración propia

2. Obturar mangueras del termocambiador. Luego de apagar el intercambiador se procede a obturar las mangueras para impedir el paso del agua a la soldadora.

Figura 24: Obturar mangueras



Fuente: Elaboración propia

3. Apagado de equipo discom. La finalidad del apagado es detener la circulación del refrigerante que es usado para enfriar las roldanas debido al roce continuo con el alambre de cobre al momento de la soldadura y para que el desgaste sea menor. Se diferencia la zona haciendo un reordenamiento.

Figura 25: Equipo Discon



Fuente: Elaboración propia

4. Sustitución de barniz por thinner. Luego de cortar el flujo del agua y del refrigerante se procede a purgar el barniz de las tuberías y lo sustituimos por thinner para impedir la adherencia mientras no haya producción. Esta actividad no debe durar mucho tiempo como antes ya que previamente se acondicionó un mejor ambiente.

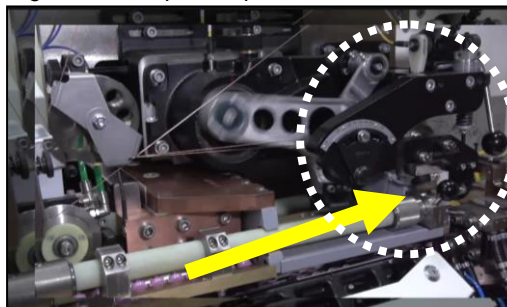
Figura 26: Circuito recirculante



Fuente: Elaboración propia

5. Montaje de acople bloqueador. Se procede a montar el acople para que el retiro de las múltiples piezas sea más seguro y con una mayor rapidez.

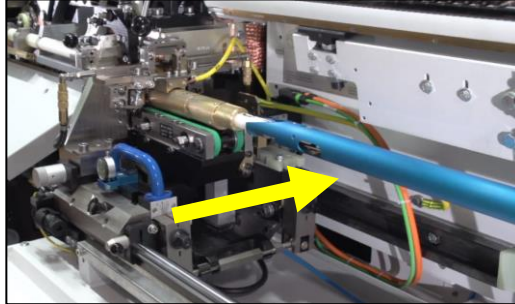
Figura 27: Acople bloqueador



Fuente: Elaboración propia

6. Retirar brazo de barnizado. Se desmonta el brazo de barnizado para no dañar las juntas mecánicas que son muy sensibles por su espesor en comparación al peso del brazo.

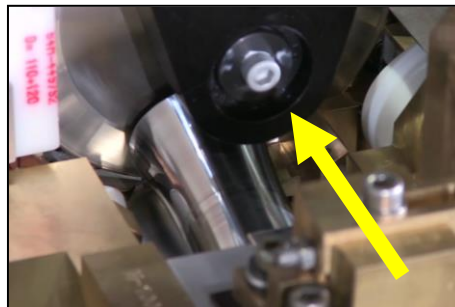
Figura 28: Brazo de barnizado



Fuente: Elaboración propia

7. Retirar acople de brazo inferior. Se retira es seguro para el desmontaje de la roldana.

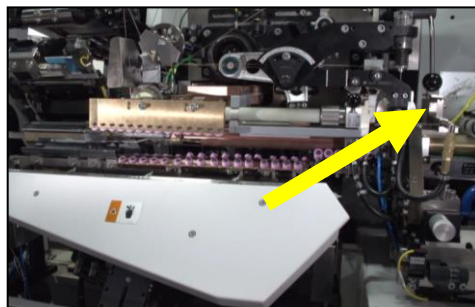
Figura 29: Acople de brazo inferior



Fuente: Elaboración propia

8. Retirar soporte de roldana inferior. Se desmonta el soporte teniendo cuidado de las piezas cercanas que no sufran golpes si es necesario se procede al cambio.

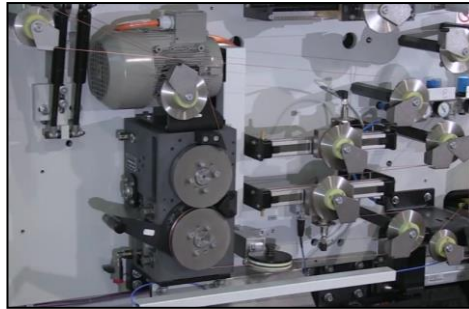
Figura 30: Soporte de roldana inferior



Fuente: Elaboración propia

9. Retirar alambre de cobre. Para una mejor intervención y hacer uso medido del alambre de cobre, se procede a retirarlo pues solo es necesario cuando la máquina está produciendo.

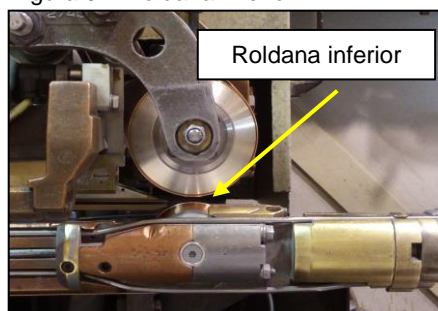
Figura 31: Alambre de cobre



Fuente: Elaboración propia

10. Retirar roldana inferior. Se retira la roldana para ser cambiada por una ya rectificada.

Figura 32: Roldana inferior



Fuente: Elaboración propia

11. Llevar roldana a unidad de rectificado. Las roldanas usadas son retiradas para su posterior rectificado. Esta actividad se hacía dentro de las 5 horas que tomaba un rectificado de roldanas. Ahora esta actividad se hace con la máquina produciendo.

Figura 33: Unidad de rectificado



Fuente: Elaboración propia

12. Montaje y centrado de roldana en perfilador. Ya con las roldanas nuevas o de recambio y para un mejor acabado en el rectificado de las roldanas, se montan en el perfilador y se proceden a calibrarlas.
13. Montaje de roldana inferior. Esta actividad toma más tiempo a comparación de las demás ya que se tiene que ser más cuidadoso al momento de las calibraciones y ajustes propios del cambio.

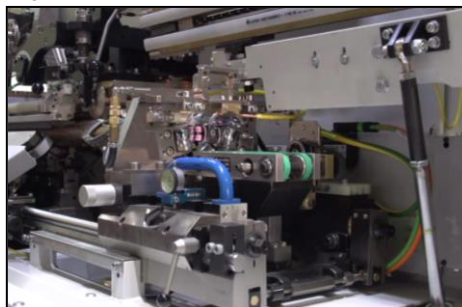
Figura 34: Montaje y centrado de roldanas



Fuente: Elaboración propia

14. Montaje de soporte de roldana inferior. Se procede al montaje tal y como estaba antes de la intervención, haciendo ajustes se fuera necesario o cambios previamente sugeridos.
15. Montaje acople barnizado. Se monta el acople que sirve como seguro al soporte de la roldana inferior.
16. Montaje brazo barnizado. Siguiendo los lineamientos del mantenimiento preventivo y de las mejoras en el rectificado de roldanas se ajusta el acople dándole los parámetros de altura de acuerdo al manual del fabricante.

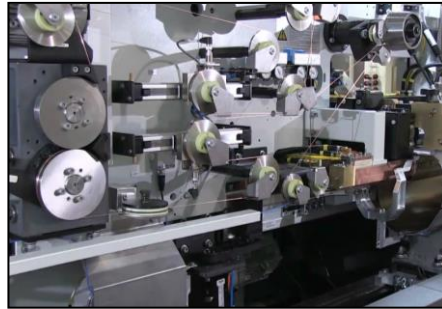
Figura 35: Montaje de brazo de barnizado



Fuente: Elaboración propia

17. Colocar alambre de cobre. Una vez armado todas las piezas mecánicas, conexiones eléctricas y mangueras de refrigeración, procedemos a pasar el alambre de cobre por todo el circuito conforme al plano de la máquina.

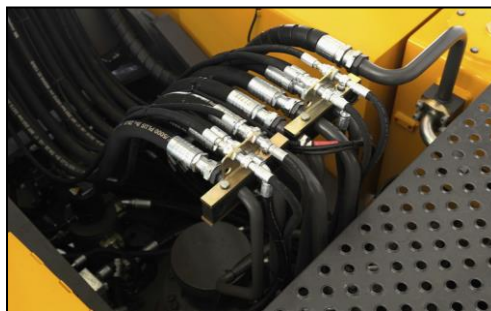
Figura 36: Colocar alambre de cobre



Fuente: Elaboración propia

18. Sustitución de thinner por barniz. En esta actividad se purga el thinner haciendo recircular barniz. Una vez alcanzado el flujo normal de barniz se procede a cerrar la llave de thinner.
19. Liberar mangueras del termocambiador. Las mangueras que flujo que fueron estranguladas son puestas nuevamente al libre paso de agua recirculante.

Figura 37: Liberar mangueras de termocambiador



Fuente: Elaboración propia

20. Desmontaje acople termocambiador. Una vez liberadas las mangueras se retira el acople que sirve como seguro durante el rectificado de las roldanas.
21. Encendido del termocambiador. Se procede a encender el equipo para el paso general de agua caliente al circuito de agua de recirculación de la soldadora.

22. Encendido del equipo discom. Pulsamos el interruptor para el funcionamiento del tanque de refrigerante.
23. Control geométrico de soldadura. Se toman las dimensiones del perfil del alambre, el diámetro del cuerpo soldado, etc.

10. Evaluar pérdida actual. En un año que incluye 33 rectificadas de roldanas y con 5 horas de duración diaria (165 horas anuales) se hizo el siguiente cálculo que arrojó un total acumulado de S/. 65 938.95. Las cifras del total hora máquina asciende a S/. 351.03 y el total hora hombre es de S/. 24.30 los cuales fueron brindados por el área de Recursos Humanos. La propuesta es que al reducir el tiempo a 3 horas diarias (99 horas anuales) haya un ahorro significativo en todo este proceso.

Tabla 17: Costo del rectificado de roldana sin SMED

DE 04 JULIO 2016 AL 20 MAYO 2017 SE REALIZARON 33 RECTIFICADOS DE ROLDANAS			
COSTO DE RECTIFICADO DE ROLDANA SIN SMED			
TOTAL HORA HOMBRE S/.	24.30	TOTAL HORA MAQUINA S/.	351.03
PROMEDIO DE DURACION POR RECTIFICADO DE ROLDANAS EN HORAS	5		
RECTIFICADO DE ROLDANAS JULIO 2016 A MAYO 2017	33		
TOTAL HORAS MAQUINA RECTIFICADO DE ROLDANAS (12 MESES)	165		
PERSONAL QUE TRABAJA EN LINEA Soudronic	2		
TOTAL SOLES EN HORAS MAQUINA (12 MESES)	S/. 57,919.95		
TOTAL SOLES EN HORAS HOMBRE (12 MESES)	S/. 8,019.00		
TOTAL ACUMULADO EN SOLES (H.MAQUINA + H. HOMBRE)(12 MESES)	S/. 65,938.95		

Fuente: Elaboración propia

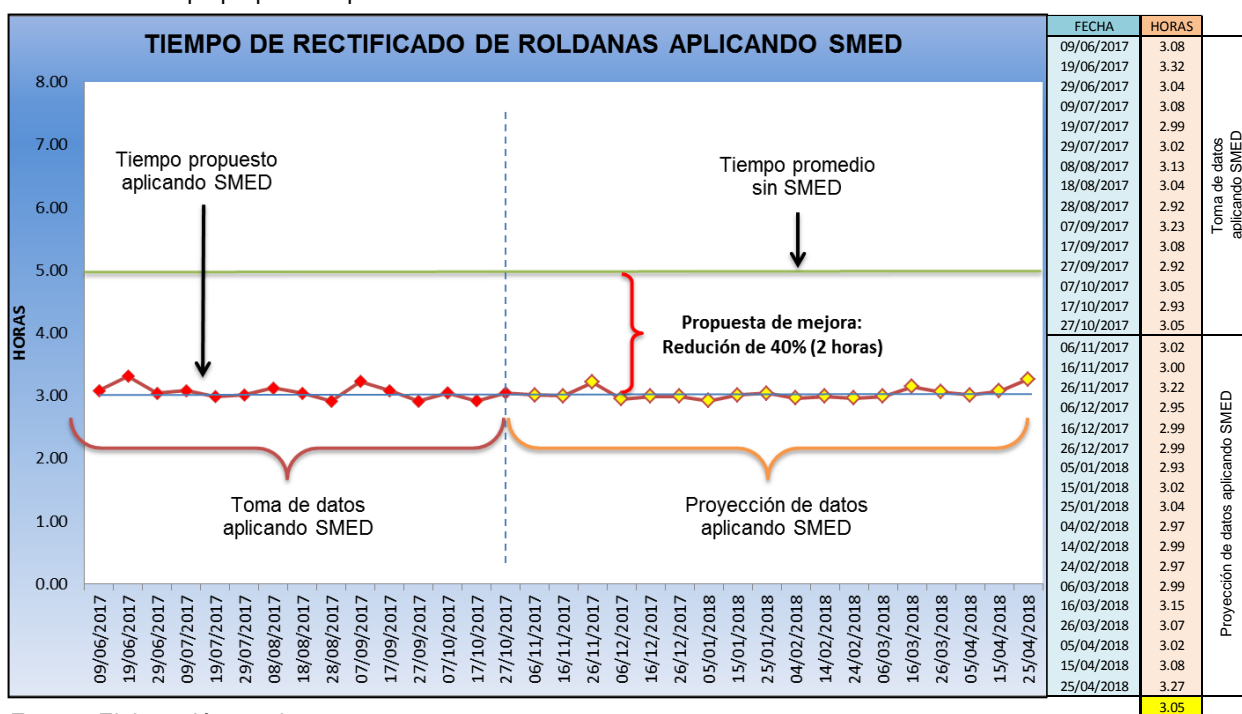
11. Definir beneficios del proyecto. Con la aplicación del método SMED se logró tener un estándar en cuanto a operaciones internas y externas con un ahorro de tiempo de 2 horas que serán empleadas para la producción continua de envases de hojalata. En el aspecto económico en el periodo de un año se reflejará el ahorro de S/. 39563.37

- 12.** Capacitación al personal técnico. Se impartieron capacitaciones e inducciones al personal involucrado en el proyecto. Se reforzaron temas netamente mecánicos ya que implica intervenciones por personal calificado.
- 13.** Entrenamiento en SMED. Se impartieron charlas y se mostraron videos relacionados con esta metodología y que ya es parte del trabajo en otras fábricas.
- 14.** Determinar los días que se intervendrá la máquina. Se planteó que las intervenciones serían más convenientes en el arranque de línea semanal (Lunes) y de preferencia en el primer turno.
- 15.** Charlas de seguridad. Fue fundamental la intervención del líder de seguridad y del brigadista de turno.
- 16.** Aprobación y validación de permisos de seguridad. Fue necesario la firma de formatos ya existentes en la empresa ya que son obligatorios.

2.7.4. Resultados

La metodología SMED para el rectificado de roldanas en la línea de envases de hojalata ya se está ejecutando desde principios del mes de Junio de 2017 y es notoria la diferencia en cuanto a tiempo de producción de los días en que se interviene la máquina soldadora. Los reportes de producción que se están registrando a partir del 09 de Junio de 2017, fecha de ejecución de este trabajo de mejora están siendo evaluados por la Jefatura Técnica para una próxima validación. A partir de esta propuesta se brindaría el entrenamiento oportuno en Metodología SMED a los técnicos de la Línea Soudronic y se determinaría un nuevo estándar de rectificado de roldanas y así evitar las operaciones internas que muchas veces son repetitivas e innecesarias.

Gráfico 11: Tiempo propuesto aplicando SMED



Fuente: Elaboración propia

LA EFICIENCIA APLICANDO EL MÉTODO SMED

Tabla 18: Datos de la eficiencia antes y después de aplicar SMED

FECHA	PRODUCCIÓN EN HORAS	PRODUCCIÓN PROGRAMADA (UNIDADES)	PRODUCCIÓN REAL (UNIDADES)	EFICIENCIA (%) ANTES	EFICIENCIA (%) AHORA	% Δ(+)	
09/06/2017	5	230850	169826	18.51	73.57	55.1	Toma de datos aplicando SMED
19/06/2017	5	230850	170325	48.14	73.78	25.6	
29/06/2017	5	230850	170489	33.32	73.85	40.5	
09/07/2017	5	230850	168954	48.13	73.19	25.1	
19/07/2017	5	230850	168215	48.14	72.87	24.7	
29/07/2017	5	230850	167998	33.30	72.77	39.5	
08/08/2017	5	230850	169214	33.32	73.30	40.0	
18/08/2017	5	230850	168001	48.14	72.77	24.6	
28/08/2017	5	230850	167989	33.31	72.77	39.5	
07/09/2017	5	230850	167901	18.51	72.73	54.2	
17/09/2017	5	230850	167932	48.13	72.75	24.6	
27/09/2017	5	230850	168466	33.32	72.98	39.7	
07/10/2017	5	230850	168954	48.14	73.19	25.0	
17/10/2017	5	230850	167816	18.50	72.69	54.2	
27/10/2017	5	230850	167005	48.13	72.34	24.2	
06/11/2017	5	230850	168875	33.33	73.15	39.8	Proyección de datos aplicando SMED
16/11/2017	5	230850	169956	33.32	73.62	40.3	
26/11/2017	5	230850	170298	48.14	73.77	25.6	
06/12/2017	5	230850	169584	33.33	73.46	40.1	
16/12/2017	5	230850	170298	48.14	73.77	25.6	
26/12/2017	5	230850	169852	48.14	73.58	25.4	
05/01/2018	5	230850	169158	33.32	73.28	40.0	
15/01/2018	5	230850	170554	33.32	73.88	40.6	
25/01/2018	5	230850	169528	48.14	73.44	25.3	
04/02/2018	5	230850	169241	18.51	73.31	54.8	
14/02/2018	5	230850	170219	48.15	73.74	25.6	
24/02/2018	5	230850	170847	33.33	74.01	40.7	
06/03/2018	5	230850	169327	48.14	73.35	25.2	
16/03/2018	5	230850	169251	18.51	73.32	54.8	
26/03/2018	5	230850	170996	48.14	74.07	25.9	
05/04/2018	5	230850	168342	18.51	72.92	54.4	
15/04/2018	5	230850	169298	33.33	73.34	40.0	
25/04/2018	5	230850	170325	33.32	73.78	40.5	
Fuente: Elaboración propia				36.9	73.3	36.4	

Al aplicar el método SMED la eficiencia se incrementó de 36.9% a 73.3 %.

Los datos tomados desde la ejecución del trabajo de mejora y siguiendo una tendencia proyectada hasta fines de Abril de 2017 hace que la eficiencia siga teniendo un indicador positivo.

LA EFICACIA APLICANDO EL MÉTODO SMED

Tabla 19: Datos de la eficacia antes y después de aplicar SMED

FECHA	HORAS HOMBRE SIN PRODUCIR (x2)	HORAS HOMBRE PROGRAMADAS (x2)	HORAS HOMBRE REALIZADAS (x2)	EFICACIA (%) ANTES	EFICACIA (%) AHORA	% Δ(+)	
09/06/2017	6	14.5	9.83	17.2	67.8	50.6	Toma de datos aplicando SMED
19/06/2017	6	14.5	9.37	44.8	64.6	19.8	
29/06/2017	6	14.5	9.92	31.0	68.4	37.4	
09/07/2017	6	14.5	9.83	44.8	67.8	23.0	
19/07/2017	6	14.5	10.02	44.8	69.1	24.3	
29/07/2017	6	14.5	9.97	31.0	68.7	37.7	
08/08/2017	6	14.5	9.75	31.0	67.2	36.2	
18/08/2017	6	14.5	9.92	44.8	68.4	23.6	
28/08/2017	6	14.5	10.17	31.0	70.1	39.1	
07/09/2017	6	14.5	9.53	17.2	65.7	48.5	
17/09/2017	6	14.5	9.83	44.8	67.8	23.0	
27/09/2017	6	14.5	10.17	31.0	70.1	39.1	
07/10/2017	6	14.5	9.90	44.8	68.3	23.4	
17/10/2017	6	14.5	10.15	17.2	70.0	52.8	
27/10/2017	6	14.5	9.90	44.8	68.3	23.4	
06/11/2017	6	14.5	9.97	31.0	68.7	37.7	Proyección de datos aplicando SMED
16/11/2017	6	14.5	10.00	31.0	69.0	37.9	
26/11/2017	6	14.5	9.57	44.8	66.0	21.1	
06/12/2017	6	14.5	10.10	31.0	69.7	38.6	
16/12/2017	6	14.5	10.02	44.8	69.1	24.3	
26/12/2017	6	14.5	10.02	44.8	69.1	24.3	
05/01/2018	6	14.5	10.15	31.0	70.0	39.0	
15/01/2018	6	14.5	9.97	31.0	68.7	37.7	
25/01/2018	6	14.5	9.92	44.8	68.4	23.6	
04/02/2018	6	14.5	10.07	17.2	69.4	52.2	
14/02/2018	6	14.5	10.02	44.8	69.1	24.3	
24/02/2018	6	14.5	10.07	31.0	69.4	38.4	
06/03/2018	6	14.5	10.02	44.8	69.1	24.3	
16/03/2018	6	14.5	9.70	17.2	66.9	49.7	
26/03/2018	6	14.5	9.87	44.8	68.0	23.2	
05/04/2018	6	14.5	9.97	17.2	68.7	51.5	
15/04/2018	6	14.5	9.85	31.0	67.9	36.9	
25/04/2018	6	14.5	9.47	31.0	65.3	34.3	
				34.4	68.3	34.0	

Fuente: Elaboración propia

Al aplicar el método SMED la eficacia se incrementó de 34.4 % a 68.3% habiendo logrando convertir 12 operaciones internas en externas. El tiempo restante (5 horas) es utilizado íntegramente en la producción en la línea de envases.

LA PRODUCTIVIDAD APLICANDO EL MÉTODO SMED

Tabla 20: Datos de la productividad antes y después de aplicar SMED

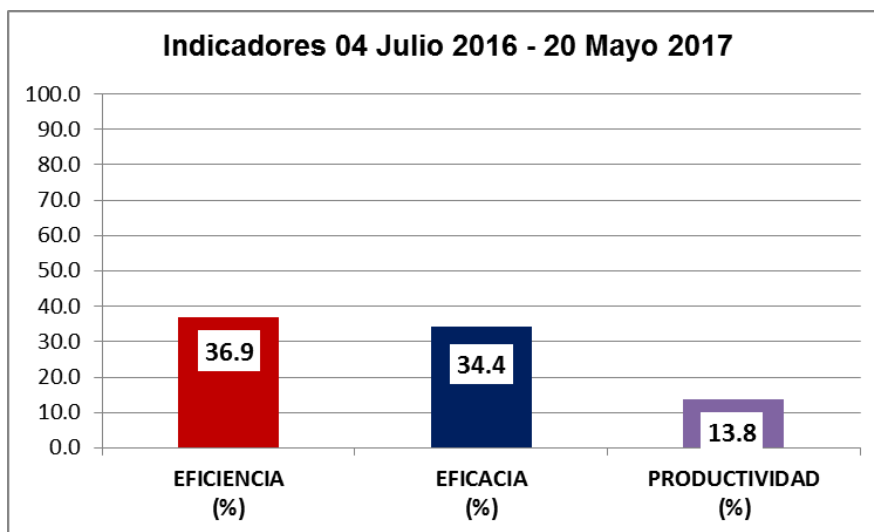
FECHA	EFICIENCIA (%)	EFICACIA (%)	PRODUCTIVIDAD (%) ANTES	PRODUCTIVIDAD (%) AHORA	% Δ (+)	
09/06/2017	73.6	67.8	3.2	49.9	46.7	Toma de datos aplicando SMED
19/06/2017	73.8	64.6	21.6	47.7	26.1	
29/06/2017	73.9	68.4	10.3	50.5	40.2	
09/07/2017	73.2	67.8	21.6	49.6	28.1	
19/07/2017	72.9	69.1	21.6	50.3	28.8	
29/07/2017	72.8	68.7	10.3	50.0	39.7	
08/08/2017	73.3	67.2	10.3	49.3	38.9	
18/08/2017	72.8	68.4	21.6	49.8	28.2	
28/08/2017	72.8	70.1	10.3	51.0	40.7	
07/09/2017	72.7	65.7	3.2	47.8	44.6	
17/09/2017	72.7	67.8	21.6	49.3	27.8	
27/09/2017	73.0	70.1	10.3	51.2	40.8	
07/10/2017	73.2	68.3	21.6	50.0	28.4	
17/10/2017	72.7	70.0	3.2	50.9	47.7	
27/10/2017	72.3	68.3	21.6	49.4	27.8	
06/11/2017	73.2	68.7	10.3	50.3	39.9	Proyección de datos aplicando SMED
16/11/2017	73.6	69.0	10.3	50.8	40.4	
26/11/2017	73.8	66.0	21.6	48.7	27.1	
06/12/2017	73.5	69.7	10.3	51.2	40.8	
16/12/2017	73.8	69.1	21.6	51.0	29.4	
26/12/2017	73.6	69.1	21.6	50.8	29.2	
05/01/2018	73.3	70.0	10.3	51.3	41.0	
15/01/2018	73.9	68.7	10.3	50.8	40.4	
25/01/2018	73.4	68.4	21.6	50.2	28.6	
04/02/2018	73.3	69.4	3.2	50.9	47.7	
14/02/2018	73.7	69.1	21.6	50.9	29.4	
24/02/2018	74.0	69.4	10.3	51.4	41.0	
06/03/2018	73.3	69.1	21.6	50.7	29.1	
16/03/2018	73.3	66.9	3.2	49.0	45.9	
26/03/2018	74.1	68.0	21.6	50.4	28.8	
05/04/2018	72.9	68.7	3.2	50.1	46.9	
15/04/2018	73.3	67.9	10.3	49.8	39.5	
25/04/2018	73.8	65.3	10.3	48.2	37.8	
	73.3	68.3	13.8	50.1	36.3	

Fuente: Elaboración propia

Al aplicar el método SMED la productividad se incrementó de 13.8 % a 50.1% logrando el objetivo propuesto.

INDICADORES ANTES DE APLICAR EL MÉTODO SMED

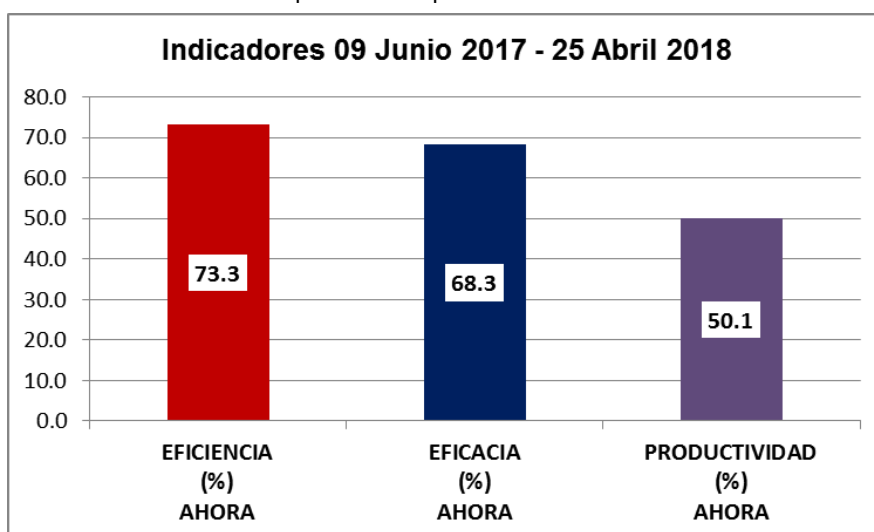
Gráfico 12: Indicadores de producción antes de aplicar SMED



Fuente: Elaboración propia

INDICADORES APLICANDO EL MÉTODO SMED

Gráfico 13: Indicadores de producción aplicando SMED



Fuente: Elaboración propia

2.7.5. Análisis económico financiero

Como vemos en la Tabla 21, el total acumulado en un año se dedujo sumando el total en soles horas-máquina y el total en soles horas-hombre. La Tabla 22 nos muestra cómo los gastos se redujeron significativamente haciendo un buen uso del tiempo asignado, diferenciando operaciones internas y convirtiéndolas a externas. El dato de hora-máquina en soles fue brindado por el área de Técnica sin dar mayores detalles y el dato de horas-hombre en soles es el promedio de lo que ganan 2 técnicos en el lapso de una hora. El ahorro total desde que se ejecutó el proyecto hasta el primer trimestre de 2018 será de S/. 39 563.37.

Tabla 21: Costo antes de aplicar SMED

DE 04 JULIO 2016 AL 20 MAYO 2017 SE REALIZARON 33 RECTIFICADOS DE ROLDANAS			
COSTO DE RECTIFICADO DE ROLDANA SIN SMED			
TOTAL HORA HOMBRE S/.	24.30	TOTAL HORA MAQUINA S/.	351.03
PROMEDIO DE DURACION POR RECTIFICADO DE ROLDANAS EN HORAS	5		
RECTIFICADO DE ROLDANAS JULIO 2016 A MAYO 2017	33		
TOTAL HORAS MAQUINA RECTIFICADO DE ROLDANAS (12 MESES)	165		
PERSONAL QUE TRABAJA EN LINEA Soudronic	2		
TOTAL SOLES EN HORAS MAQUINA (12 MESES)	S/. 57,919.95		
TOTAL SOLES EN HORAS HOMBRE (12 MESES)	S/. 8,019.00		
TOTAL ACUMULADO EN SOLES (H.MAQUINA + H. HOMBRE)(12 MESES)	S/. 65,938.95		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Costo aplicando SMED

OBJETIVO EN RECTIFICADO DE ROLDANAS			
DE 09 JUNIO 2017 A 25 ABRIL 2018 SE REALIZARAN 33 RECTIFICADOS DE ROLDANAS			
COSTO DE RECTIFICADO DE ROLDANA CON SMED			
TOTAL HORA HOMBRE S/.	24.30	TOTAL HORA MAQUINA S/.	351.03
TOTAL DE HORAS A REDUCIR POR RECTIFICADO DE ROLDANAS	2		
CANTIDAD DE RECTIFICADO DE ROLDANA A ABRIL 2018 (12 meses)	33		
TOTAL HORAS MAQUINA DE REDUCCIÓN POR RECTIFICADO DE ROLDANAS (12 MESES)	66		
PERSONAL QUE TRABAJA EN LINEA Soudronic	2		
TOTAL SOLES EN HORAS MAQUINA A REDUCIR (12 MESES)	S/. 23,167.98		
TOTAL SOLES EN HORAS HOMBRE A REDUCIR (12 MESES)	S/. 3,207.60		
TOTAL ACUMULADO EN SOLES A REDUCIR (H.MAQUINA + H. HOMBRE)(12 MESES)	S/. 26,375.58		
Objetivo	3 Hrs.		

Fuente: Elaboración propia

Actualmente la línea de envases de hojalata ha incrementado sus indicadores en eficiencia, eficacia y productividad, pudiendo lograrse aún mejores resultados si se aplicara SMED en las demás estaciones de la línea o en actividades específicas donde la reducción de tiempos es cada vez más necesaria.

III.RESULTADOS

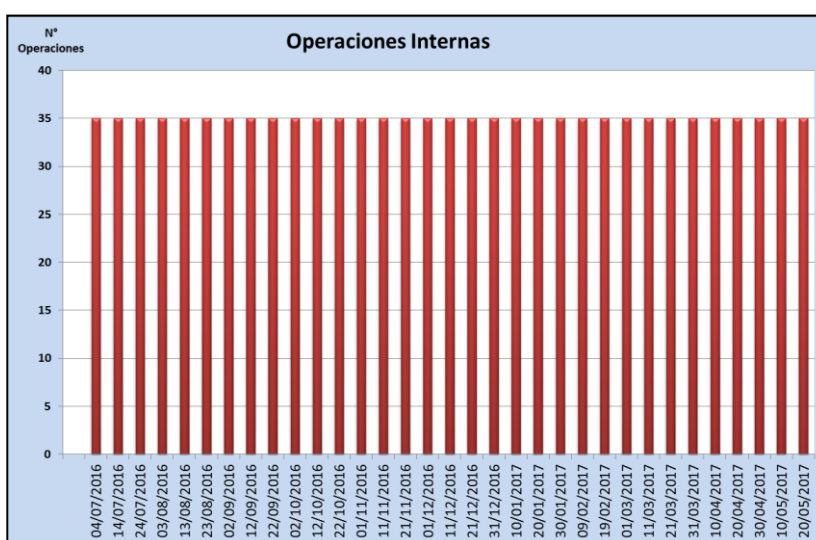
En este capítulo se muestran los resultados obtenidos por los indicadores para poder contrastar las hipótesis que se plantearon anteriormente, para esto se realiza la prueba de normalidad de las variables, se analizan los datos obtenidos antes y después de la aplicación de la mejora, siendo éstos procesados con el software SPSS.

3.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Se puede observar que la cantidad de operaciones internas (35) son las mismas durante la recolección y toma de datos antes de la aplicación del método SMED. En este periodo de tiempo (1 año) no existen operaciones externas que ayuden a minimizar el tiempo del rectificado de roldanas.

Análisis descriptivo de Operaciones Internas.

Gráfico 14: Operaciones internas



Fuente: Elaboración propia

En el Gráfico 14 se puede observar que la cantidad de operaciones internas (35) son las mismas durante la recolección y toma de datos antes de la aplicación del método SMED. En este periodo de tiempo (1 año) no existen operaciones externas que ayuden a minimizar el tiempo del rectificado de roldanas.

Análisis descriptivo de Operaciones Externas e Internas

Gráfico 15: Operaciones internas y externas



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que al aplicar el método SMED la cantidad de operaciones internas han sido reducidas a 23, identificándose 12 operaciones externas que serán realizadas cuando la máquina soldadora esté trabajando y no afecte la producción de la línea. Esta separación de operaciones se hace con el fin de aprovechar el tiempo en que la máquina es intervenida y así incrementar la productividad de la línea de envases de hojalata.

3.2. ANÁLISIS INFERENCIAL

3.2.1. Análisis de la hipótesis general

Ha: La aplicación del método SMED incrementa la productividad de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

Para poder contrastar la hipótesis general, tenemos que saber si tienen un comportamiento paramétrico los valores de la productividad antes y después, las series de ambos datos son en cantidad de 33, se procederá a realizar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov.

Regla de decisión

Si $p_v \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p_v > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 23: Prueba de normalidad de la productividad con Kolmogorov-Smirnov

	Pruebas de normalidad		
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD ANTES	,283	33	,000
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	,129	33	,175

a. Corrección de la significación de Lilliefors

En la Tabla 23 se puede ver que el valor de la significancia de la productividad antes es 0.000 y el valor de la significancia de la productividad después es 0.175. Dado que la productividad antes es menor que 0.05 y la productividad después es mayor que 0.05, por consiguiente, a la regla de decisión, se asume que para el análisis de contrastación de hipótesis el uso de la prueba de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis general:

H₀: La aplicación del método SMED no incrementa la productividad de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

H_a: La aplicación del método SMED incrementa la productividad de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

Tabla 24: Cuadro del valor de las medias de la productividad antes y después con Kolmogorov-Smirnov

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
PRODUCTIVIDAD ANTES	33	13,8030	7,25683	3,20	21,60
PRODUCTIVIDAD DESPUÉS	33	50,0697	1,00762	47,70	51,40

Regla de decisión:

H₀: $\mu_0 \geq \mu_1$

H_a: $\mu_0 < \mu_1$

En la Tabla 24 se demuestra que el valor de la media de la productividad antes (13.8) es menor que el valor de la media de la productividad después (50.1), por consiguiente y según la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula que afirma que la aplicación del método SMED no incrementa la productividad de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017 y se acepta la hipótesis alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del método SMED incrementa la productividad de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

Tabla 25: Valor de la significancia

Estadísticos de contraste ^a	
	PRODUCTIVIDAD DESPUÉS - PRODUCTIVIDAD ANTES
Z	-5,012 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Regla de decisión:

Si $p_v \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Asimismo, la Tabla 25 de los estadísticos de contraste, queda demostrado que el valor de la significancia es 0.000, siendo menor que 0.05, por consiguiente se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que afirma que la aplicación del método SMED incrementa la productividad de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

3.2.2. Análisis de la primera hipótesis específica

Ha: La aplicación del método SMED incrementa la eficiencia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

Para poder contrastar la primera hipótesis específica, teniendo a la eficiencia como dimensión de la variable dependiente tenemos que saber si tienen un comportamiento paramétrico los valores de la eficiencia antes y después, las series de ambos datos son en cantidad de 33, se procederá a realizar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov.

Regla de decisión

Si $p_v \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p_v > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 26: Prueba de normalidad de la eficiencia con Kolmogorov-Smirnov

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA ANTES	,267	33	,000
EFICIENCIA DESPUÉS	,103	33	,200 [*]

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors

En la Tabla 26 se puede ver que el valor de la significancia de la eficiencia antes es 0.000 y el valor de la significancia de la eficiencia después es 0.200.

Dado que la eficiencia antes es menor que 0.05 y la eficiencia después es mayor que 0.05, por consiguiente, a la regla de decisión, se asume que para el análisis de contrastación de hipótesis el uso de la prueba de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis general:

Ho: La aplicación del método SMED no incrementa la eficiencia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

Ha: La aplicación del método SMED incrementa la eficiencia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

Tabla 27: Cuadro del valor de las medias de la eficiencia antes y después con Kolmogorov-Smirnov

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
EFICIENCIA ANTES	33	36,9139	11,13038	18,50	48,15
EFICIENCIA DESPUÉS	33	73,3133	,44625	72,34	74,07

Regla de decisión:

Ho: $\mu_0 \geq \mu_1$

Ha: $\mu_0 < \mu_1$

En la Tabla 27 se demuestra que el valor de la media de la eficiencia antes (36.9) es menor que el valor de la media de la eficiencia después (73.3), por consiguiente y según la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula que afirma que la aplicación del método SMED no incrementa la eficiencia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017 y se acepta la hipótesis alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del método SMED incrementa la eficiencia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

Tabla 28: Valor de la significancia

Estadísticos de contraste^a	
	EFICIENCIA DESPUÉS - EFICIENCIA ANTES
Z	-5,012 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Regla de decisión:

Si $p_v \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Asimismo, la Tabla 28 de los estadísticos de contraste, queda demostrado que el valor de la significancia es 0.000, siendo menor que 0.05, por consiguiente se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que afirma que la aplicación del método SMED incrementa la eficiencia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

3.2.3. Análisis de la segunda hipótesis específica

Ha: La aplicación del método SMED incrementa la eficacia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

Para poder contrastar la segunda hipótesis específica, teniendo a la eficacia como dimensión de la variable dependiente tenemos que saber si tienen un comportamiento paramétrico los valores de la eficacia antes y después, las series de ambos datos son en cantidad de 33, se procederá a realizar el análisis de normalidad mediante el estadígrafo de Kolmogorov-Smirnov.

Regla de decisión

Si $p_v \leq 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico.

Si $p_v > 0.05$, los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico.

Tabla 29: Prueba de normalidad de la eficiencia con Kolmogorov-Smirnov

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA ANTES	,268	33	,000
EFICACIA DESPUÉS	,163	33	,026

a. Corrección de la significación de Lilliefors

En la Tabla 29 se puede ver que el valor de la significancia de la eficacia antes es 0.000 y el valor de la significancia de la eficacia después es 0.026.

Dado que la eficacia antes es menor que 0.05 y la eficacia después también es menor que 0.05, por consiguiente, a la regla de decisión, se asume que para el análisis de contrastación de hipótesis el uso de la prueba de Wilcoxon.

Contrastación de la hipótesis general:

Ho: La aplicación del método SMED no incrementa la eficacia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

Ha: La aplicación del método SMED incrementa la eficacia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

Tabla 30: Cuadro del valor de las medias de la eficacia antes y después con Kolmogorov-Smirnov

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
EFICACIA ANTES	33	34,3394	10,37780	17,00	44,80
EFICACIA DESPUÉS	33	68,4394	1,32215	64,60	70,10

Regla de decisión:

Ho: $\mu_o \geq \mu_1$

Ha: $\mu_o < \mu_1$

En la Tabla 30 se demuestra que el valor de la media de la eficacia antes (34.3) es menor que el valor de la media de la eficacia después (73.3), por consiguiente y según la regla de decisión, se rechaza la hipótesis nula que afirma que la aplicación del método SMED no incrementa la eficacia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017 y se acepta la hipótesis alterna, por la cual queda demostrado que la aplicación del método SMED incrementa la eficacia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

Tabla 31: Valor de la significancia

Estadísticos de contraste^a	
	EFICACIA DESPUÉS - EFICACIA ANTES
Z	-5,015 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos negativos.

Regla de decisión:

Si $p_v \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Asimismo, la Tabla 31 de los estadísticos de contraste, queda demostrado que el valor de la significancia es 0.000, siendo menor que 0.05, por consiguiente se reafirma que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que afirma que la aplicación del método SMED incrementa la eficiencia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017.

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación se diferenciaron las operaciones internas de las externas, como es la filosofía del método SMED, mediante un cronograma detallado de actividades a lo cual se hizo un diagrama de análisis de proceso del rectificado de roldanas, registrando cada operación y tomando el tiempo en que se desarrolla para luego ver los indicadores tales como la eficiencia, eficacia y productividad con el fin de que éstos mejoren considerablemente proporcionando a la empresa una ventaja competitiva en calidad y cumplimiento de objetivos.

La obtención de los resultados en esta investigación guardan similitud en relación con la tesis titulada “Aplicación de herramientas de lean manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes” (Palomino, 2013).

Ahora bien, los resultados obtenidos fueron de manera certera durante el tiempo en que se llevó a cabo esta investigación y esto debido a un plan concienzudo de mejora, que permite incrementar de manera favorable la eficiencia, eficacia y productividad, aumentando minutos de producción que eran absorbidos por operaciones externas. Se puede comprobar que las horas hombre realizadas están directamente relacionadas con la eficacia, esto quiere decir que un mayor número de horas hombre realizadas el resultado de la eficacia será también mayor.

En cuanto al método SMED y sus dimensiones, operaciones internas y operaciones externas, antes se empleaban 35 operaciones en el rectificado de roldanas siendo todas estas operaciones internas, ya con la aplicación del método SMED se diferenciaron en 23 operaciones internas y 12 operaciones externas. Esto guarda relación con la tesis titulada: “Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos” (Minor, 2014), donde el autor menciona que antes la eficiencia de la línea era menor debido a la poca producción en los días que se intervenía la máquina para realizar el rectificado de roldanas, pasando de 43.9% a 73.3% habiendo un incremento en el porcentaje de variación de 66.97%, siendo muy beneficioso para la compañía.

V. CONCLUSIONES

1. Se vio reflejado el objetivo general de la investigación “Determinar cómo la aplicación del método SMED incrementa la productividad de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017”. Por lo que se concluye que la productividad de la línea de envases de hojalata se incrementó por medio de la aplicación del método SMED de un 13.8% a 50.1%.
2. Referente al primer objetivo específico: “Determinar cómo la aplicación del método SMED incrementa la eficiencia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017, se recolectaron datos de las 33 intervenciones anteriores en el rectificado de roldanas y de la producción de envases en dichas intervenciones por un periodo de un año, luego se midió nuevamente la producción de envases 15 veces y se realizaron proyecciones hasta llegar al año, donde la eficiencia pasó de 36.9% a 73.3%.
3. En cuanto al segundo objetivo específico: Determinar cómo la aplicación del método SMED incrementa la eficacia de la línea de envases de hojalata en la empresa Nestlé del Perú S.A., Lima, 2017, se logró un incremento de 34.4% a 68.3%.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda tener un estándar de todas las operaciones internas y cumplir metódicamente los pasos sugeridos para que se lleve un mejor control del tiempo para así incrementar la productividad
2. Para un aumento sustancial de la eficiencia en cuanto a cantidad de producción se debe tener el tiempo de intervención lo más mínimo sin obviar las operaciones que se ejecutan con el nuevo estándar. No debemos olvidar que la seguridad de los trabajadores y de las máquinas es vital en toda intervención.
3. Cumplir estrictamente el tiempo de horas con la maquina detenida implica que se está llevando una buena intervención en cuanto a tiempo y así poder utilizar el tiempo programado para una óptima producción sin que existan paradas no programadas que estén relacionadas a la máquina soldadora.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APARICIO, Carmen (2015). Análisis y propuesta de mejora del sistema de producción de una empresa dedicada a la fabricación de muebles infantiles. Tesis (Ingeniería industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015. 120 p.
- CRUELLES, José. Productividad industrial. 1. ed. Barcelona: Marcombo Ediciones Técnicas - Zedegon, 2013. 830 p.
- CURILLO, Miriam. Análisis y propuesta de mejoramiento de la productividad de la fábrica artesanal de hornos Industriales FACOPA, Cuenca 2014. Tesis (Ingeniería industrial). Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana de Cuenca, 2014. 186 p.
- FLORES, Elizabeth. Aplicación de la metodología PHVA para la mejora de la productividad en el área de producción de la empresa KAR & MA S.A.C. Tesis (Ingeniería industrial). Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres, 2015. 422 p.
- GALVAN, Daniel. Análisis de la implementación del mantenimiento productivo total (TPM) mediante el modelo de opciones reales, México, D.F. Tesis (Ingeniería industrial). D.F., México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2012. 110 p.
- GARCÉS, Luis. Mejoramiento de la productividad de la línea de extrusión de la empresa CEDAL, Quito 2016, empleando la metodología Six Sigma. Tesis (Ingeniería industrial). Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2016. 194 p.
- MEDINA, Gisela. Incremento de la productividad del área de logística de la empresa Omnilife del Ecuador S.A., mediante el desarrollo, implementación y validación de un modelo de gestión basado en logística reversa. Tesis (Ingeniería industrial). Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 2016. 133 p.

- MEJÍA, Samir. Análisis y propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones de ropa interior en una empresa textil mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta. Tesis (Ingeniería industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. 119 p.
- MINOR, Oscar. Aplicación de la metodología SMED en una línea de empaque de fármacos. 2014. Tesis (Ingeniería industrial). D.F., México: Universidad Autónoma de México, 2014. 100 p.
- PALOMINO, Miguel. Aplicación de herramientas de lean manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes. Tesis (Ingeniería industrial). Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2013. 28 p.
- PATIÑO, Emilie. Propuesta de mejora del proceso productivo en una empresa vitivinícola artesanal para incrementar su rentabilidad a través de la generación de nuevos productos. Tesis (Ingeniería industrial). Lima, Perú: Universidad Privada de Ciencias Aplicadas UPC, 2015. 107 p.
- REAÑO, Raúl. Propuesta de mejora de la productividad en el proceso de pilado de arroz en el Molino Latino S.A.C. Tesis (Ingeniería industrial). Chiclayo, Perú: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2015. 13p.
- SALDARRIAGA, Ingrid. Plan de mejoramiento para la productividad de la microempresa 'Muebles G y G', Santiago de Cali 2013. Tesis (Ingeniería industrial). Cali, Colombia: Universidad Autónoma de Occidente, 2013. 114 p.
- SHIGEO, Shingo. Una revolución en la producción: el sistema smed. 3. ed. Madrid, 1993. 399 p.
- SOCCONINI, Luis. Lean manufacturing. 3. ed. México: Norma, 2011. 355 p.
- VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. 2a. ed. México, D.F.: Limusa, 2011. 122 p.

ANEXOS

Anexo 1: Validación de instrumentos

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: APLICACIÓN DEL MÉTODO SMED PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LINEA DE ENVASES DE HOJALATA EN LA EMPRESA NESTLÉ DEL PERÚ S.A., LIMA 2017

Nº	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinencia ¹	Relevancia ²	Claridad ³	Sugerencias
VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED					
1	OPERACIONES INTERNAS	Si	No	Si	No
	Tiempo total – T. Oper. Ext. X 100	✓	✓	✓	
	Tiempo total				
2	OPERACIONES EXTERNAS	Si	No	Si	No
	Tiempo total – T. Oper. Int. X 100	✓	✓	✓	
	Tiempo total				
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD					
1	EFICIENCIA	Si	No	Si	No
	Producción real X 100	✓	✓	✓	
	Producción programada				
2	EFICACIA	Si	No	Si	No
	Horas hombre reales X 100	✓	✓	✓	
	Horas hombre programadas				

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si Hay

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: LEONIDAS BARRIO Romo DNI: 08635386

Especialidad del validador: ING. INDUSTRIAL, MBA, DE

Firma del Experto Informante. 20 de 06 del 2017

*Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
*Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
*Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: APLICACIÓN DEL MÉTODO SMED PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LINEA DE ENVASES DE HOJALATA EN LA EMPRESA NESTLÉ DEL PERÚ S.A., LIMA 2017

Nº	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinencia ¹	Relevancia ²	Claridad ³	Sugerencias
VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED					
1	OPERACIONES INTERNAS	Si	No	Si	No
	Tiempo total – T. Oper. Ext. X 100	x	x	x	
	Tiempo total				
2	OPERACIONES EXTERNAS	Si	No	Si	No
	Tiempo total – T. Oper. Int. X 100	f	x	i	
	Tiempo total				
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD					
1	EFICIENCIA	Si	No	Si	No
	Producción real X 100	✓	✓	✓	
	Producción programada				
2	EFICACIA	Si	No	Si	No
	Horas hombre reales X 100	✓	✓	✓	
	Horas hombre programadas				

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr/ Mg: Dr. Luis Rodolfo Rojas DNI: 06535057

Especialidad del validador: ING. DE SISTEMAS, MBA, DE

Firma del Experto Informante. 21 de junio del 2015

*Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
*Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
*Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.
Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: APLICACIÓN DEL MÉTODO SMED PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LINEA DE ENVASES DE HOJALATA EN LA EMPRESA NESTLÉ DEL PERÚ S.A., LIMA 2017

N°	VARIABLES7DIMENSIONE7INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
VARIABLE INDEPENDIENTE: SMED								
1	OPERACIONES INTERNAS	Si	No	Si	No	Si	No	
	Tiempo total – T. Oper. Ext. Tiempo total X 100	✓		✓		✓		
2	OPERACIONES EXTERNAS	Si	No	Si	No	Si	No	
	Tiempo total – T. Oper. Int. Tiempo total X 100	✓		✓		✓		
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD								
1	EFICIENCIA	Si	No	Si	No	Si	No	
	Producción real Producción programada X 100	✓		✓		✓		
2	EFICACIA	Si	No	Si	No	Si	No	
	Horas hombre reales Horas hombre programadas X 100	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr. Mg. CARRION NIN, JOSE LUIS DNI: 07444712

Especialidad del validador: MAGISTER EN COSTOS Y PRESUPUESTOS MAGISTER EN ADMINISTRACIÓN

21... de ... del 2017

Firma del Experto Informante.

*Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
*Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
*Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, preciso y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son

Anexo 2: Pantallazo de Turnitin

The screenshot shows the Turnitin Feedback Studio interface. At the top, the user is logged in as Daniel RIVERA, and the document title is ANALISIS DE SIMILITUD. The main area displays the document content, which includes the logo of Universidad César Vallejo, the faculty name (FACULTAD DE INGENIERÍA), the school name (ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL), the title of the thesis (APLICACIÓN DEL MÉTODO SMED PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE ENVASES DE HOJALATA EN LA EMPRESA NESTLÉ DEL PERÚ S.A., LIMA 2017), and the author's name (RIVERA REYNA DANIEL). On the right side, there is a sidebar with a red header 'Resumen de coincidencias' and a large red percentage '23 %'. Below this, a list of sources is shown with their respective similarity percentages: 1. repositorio.ucv.edu.pe (9%), 2. Entregado a Universida... (5%), 3. www.repositorioacade... (1%), 4. es.slideshare.net (1%), 5. alicia.concytec.gob.pe (1%), and 6. docplayer.es (1%). The bottom status bar indicates 'Página: 1 de 118' and 'Número de palabras: 16645'.

The screenshot shows the Turnitin digital receipt page. At the top, the Turnitin logo is displayed. Below it, the title 'Recibo digital' is shown in red. The main text states: 'Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.' Below this, it says 'La primera página de tus entregas se muestra abajo.' The receipt details are listed as follows:

- Autor de la entrega: Daniel RIVERA
- Título del ejercicio: DPI-2017-2
- Título de la entrega: ANALISIS DE SIMILITUD
- Nombre del archivo: TESIS_AL_REPOSITORIO_-_DANIE..
- Tamaño del archivo: 34.64M
- Total páginas: 118
- Total de palabras: 16,645
- Total de caracteres: 104,483
- Fecha de entrega: 12-ene.-2018 06:11p. m. (UTC-0500)
- Identificador de la entrega: 867311817

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS POR EL JURADO



DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN

ACTA DE REVISIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN POR EL JURADO

El Jurado encargado de evaluar el trabajo de investigación, PRESENTADO EN LA MODALIDAD DE: DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Por don (a)
DANIEL RIVERA REYNA

Cuyo Título es:

APLICACIÓN DEL MÉTODO SMED PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LINEA DE ENVASES DE HOJALATA EN LA EMPRESA NESTLÉ DEL PERÚ S.A., LIMA 2017

Facultad: INGENIERIA

Escuela: INGENIERIA INDUSTRIAL

Lima 19 de DICIEMBRE del 2017

Se recomienda levantar las siguientes observaciones:

*Revisión ortográfica general
Todos resultados en las conclusiones.*


PRESIDENTE


SECRETARIO

VOCAL